

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
МЕХАНІКО-МАШИНОБУДІВНИЙ ІНСТИТУТ
КАФЕДРА ПРИКЛАДНОЇ ГІДРОАЕРОМЕХАНІКИ І
МЕХАНОТРОНІКИ

«На правах рукопису»
УДК _____

До захисту допущено:
В.о.завідувача кафедри ПГМ
_____ Олександр ЛУГОВСЬКИЙ
“ ” _____ 20__ р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

**за освітньо-професійною програмою «Автоматизовані та роботизовані
механічні системи»**

зі спеціальності 131 «Прикладна механіка»

на тему: Дослідження точності позиціонування заготовки пневматичним _____
циліндром зварювальної машини _____

Виконав : студент 2 курсу, групи МА-92мп
(шифр групи)

_____ Голубицький Олексій Андрійович _____
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник _____ к.т.н., доцент Левченко О.В. _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант _____ Техн. машин. _____ д.т.н., проф., Сохань С.В. _____
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2020 рік

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**

Механіко-машинобудівний інститут

Кафедра прикладної гідроаеромеханіки і механотроніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 131 «Прикладна механіка»

Освітньо-професійна програма «Автоматизовані та роботизовані механічні системи»

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри ПГМ

_____ Олександр ЛУГОВСЬКИЙ

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Голубицькому Олексію Андрійовичу _____

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації _____

Дослідження точності позиціонування заготовки пневматичним циліндром зварювальної машини _____

науковий керівник дисертації _____ к.т.н., доцент Левченко О.В. _____,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від « 03 » листопада 2020 р. № 3205

2. Термін подання студентом дисертації 09.12.2020 _____

3. Об'єкт дослідження _____

Точність позиціонування заготовки пневматичним циліндром зварювальної машини _____

4. Вихідні дані _____

Зварювальний верстат фірми Dradura, пневматичний циліндр фірми Festo

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

Розробити 3D модель зварювального верстата та пневматичного циліндра.

Розробити креслення пневматичного циліндра. Знайти загальну інформацію.

Дослідити точність позиціонування заготовки пневматичним циліндром.

Розробити власний стартап проект. Розробити технологічний процес виготовлення деталі ‘Шток’ пневматичного циліндра _____

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу

Креслення пневматичного циліндра та окремо Штока. Плакати по загальному матеріалу. Креслення поетапного технологічного процесу. Плакати з даними, отриманих під час дослідів. Пневматична схема роботи приводу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій 2 публікації _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технології машинобудування	Сохань С.В., д.т.н., професор кафедри ТМ		

9. Дата видачі завдання: 01.02.2020

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Обговорення теми дисертації з науковим керівником	01.02.2020	Вик.
2	Планування загальних розділів дипломного проекту	05.03.2020	Вик.
3	Знаходження доступної загальної інформації	24.04.2020	Вик.
4	Теоретичне дослідження поставленої задачі	04.06.2020	Вик.
5	Написання перших 2 частин диплому по знайдений інформації	24.06.2020	Вик.
6	Розробка власного стартап проекту	16.09.2020	Вик.
7	Обговорення теми нового розділу технології машинобудування.	01.11.2020	Вик.
8	Написання записки по цьому розділу	30.11.2020	Вик.
9	Доповнення диплому розділом охорони праці	03.12.2020	Вик.
10	Оформлення магістерської дисертації	04.12.2020	Вик.

Студент

Голубицький Олексій Андрійович

Науковий керівник

Левченко Олег Васильович

Анотація

Робота складається з 6 розділів, має обсяг 137 аркушів та 8 креслень

Тема проекту: «Дослідження точності позиціонування заготовки пневматичним циліндром зварювальної машини» .

У розділі 1 були розглянуті існуючі аналоги зварювальних машин, проведено їх аналіз, виявлені слабкі та сильні сторони. На основі отриманих даних був визначен пневматичний циліндр, точність позиціонування якого буде визначатися.

У розділі 2 проводились дослідження динаміки пневматичного приводу позиціонувального пристрою. Була складена програма розрахунку перехідного процесу в пневматичному приводі та було досліджено вплив параметрів приводу на регулювання швидкості.

У розділі 3 був розроблен стартап-проект для визначення загальних перспектив впровадження такої системи на ринок та потенційні напрямки його застосування.

У розділі 4 була досліджена технологічність однієї з основних деталей пневматичного циліндра-Штока. Був складений технологічний процес виготовлення, підібрано обладнання для того, щоб зробити цю роботу та підібран матеріал заготовки.

У розділі 5 були проаналізовані шкідливі і небезпечні фактори та визначено які необхідні заходи безпеки потрібно впровадити, щоб запобігти проблем.

Ключові слова: Пневматичний циліндр, зварювальний верстат, точність позиціонування, швидкодія, перехідний процес, технологічний процес

Annotation

The work consists of 6 sections, has a volume of 137 sheets and 8 drawings

Theme of the project: "Research of the positioning accuracy of the workpiece by the pneumatic cylinder of the welding machine"

In section 1, the existing analogues of welding machines were expanded, their analysis was carried out, and weaknesses and strengths were identified. Based on the obtained data, a pneumatic cylinder was determined, the positioning accuracy of which will be determined.

In section 2, studies of the dynamics of the pneumatic actuator of the positioning device were performed. The program of calculation of transient process in the pneumatic drive was made and influence of parameters of the drive on speed regulation was investigated.

In section 3 developed a startup project to determine the general prospects for the introduction of such a system on the market and potential areas of its application.

In section 4 there was a study of the manufacturability of one of the main parts of the pneumatic cylinder-Rod.

In section 5 analyzed the harmful and dangerous factors and identified what necessary safety precautions are needed to prevent problems.

Keywords: Pneumatic cylinder, welding machine, positioning accuracy, speed, transient process, technological process

Пояснювальна записка до магістерської дисертації

на тему: Дослідження точності позиціонування заготовки пневматичним _____
циліндром зварювальної машини _____

Київ – 2020 рік

ЗМІСТ

Перелік скорочень	10
Вступ	11

1. ВИРІШЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ЗАДАЧ МАШИНОБУДУВАННЯ

1.1	Класифікація пневматичних циліндрів та їх застосування у сучасному виробництві.	13
1.2	Опис роботи пневмоциліндрів у зварювальних верстатах.	24
1.3	Висновки до розділу	27

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПНЕВМАТИЧОГО ПРИВОДУ ПОЗИЦІОНАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

2.1	Аналіз досліджень автоматизованих пневматичних приводів.	29
2.2	Рівняння руху пневмоциліндра односторонньої дії.	31
2.3	Вплив параметрів привода на регулювання швидкості	38
2.4	Вплив параметрів привода на час руху поршня	40
2.5	Визначення впливу параметрів пневмоприводу на його динаміку	46
2.6	Засоби гальмування пневматичного привода	49
2.7	Висновки до розділу	57

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			
Розроб.		Голубицький О.			Дослідження точності позиціонування заготовки пневматичним циліндром	Літ.	Арк.
Перевір.		Левченко О.В.					7
Реценз.							
Н. Контр.		Левченко О.В.					
Затверд.							
					Акрушів		

3. СТАРТАП-ПРОЕКТ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ДОДАТКОВИМИ ПНЕВМАТИЧНИМИ ЦИЛІНДРАМИ

3.1	Опис загальної ідеї	58
3.2	Технологічний аудит ідеї проекту	59
3.3	Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	59
3.4	Розроблення ринкової стратегії проекту	66
3.5	Розроблення маркетингової програми стартап-проекту	67
3.6	Висновки до розділу	70

4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1	Аналіз службового призначення та умови роботи деталі у вузлі.	71
4.2	Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва	73
4.3	Короткий аналіз технологічності конструкції деталі	76
4.4	Проектування виду та методу виготовлення заготовки.	77
4.5	Обґрунтування вибору технологічних баз для технологічного процесу виготовлення деталі	81
4.6	Вибір послідовностей оброблення поверхонь деталі на різних етапах технологічного процесу.	84
4.7	Проектування змісту технологічних операцій.	86
4.8	Короткий опис вибору верстатного обладнання	92
4.9	Виявлення і розрахунок технологічності розмірного ланцюга	96
4.10	Визначення режимів різання.	99
4.11	Нормування технологічних операцій	104
4.12	Визначення необхідної кількості обладнання	107
4.13	Висновки до розділу	109

5. ОХОРОНА ПРАЦІ

5.1	Гарантії прав на охорону праці, пільги і компенсації за шкідливі та небезпечні умови праці	110
5.2	Основні причини виробничого травматизму і профзахворювань та заходи щодо їхнього попередження	112
5.3	Повітря робочої зони	114
5.4	Електробезпека	119
5.5	Пожежна безпека	120

6. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1	Очищення повітря від парів масел і ЗОР	124
6.2	Утилізація твердих відходів	127
	Висновки	132
	Список використаних джерел	134

Перелік скорочень

ДСТУ – “державний стандарт” (міждержавний стандарт СНД);

ЄС – Європейський Союз;

США – Сполучені Штати Америки;

ЧПК – числове програмне керування.

АТ-атмосферний тиск

SWOT - Strengths (сильні сторони), Weaknesses (слабкі сторони), Opportunities (можливості), Threats (загрози).

ТБ-технологічна база

ЗТБ-загальна технологічна база

ТП-технологічний процес

ТВЧ-токи високої частоти

ЗОР- Змáщувально-охолóджувальні рідини

Вступ

В наш час на багатьох профільних підприємствах гостро полягає питання зварювання запчастин, заготовок, матеріалів і т.п. Спочатку все це робилось за допомогою тільки людської сили. З розвитком технологій також відбувалась модернізація обладнання для зварювання. Кінцевою метою було автоматизувати підприємство. Однак крім самого процесу зварювання є фактори, які можуть впливати на якість отриманого виробу. Одним із ключових факторів являється правильне позиціонування заготовки у зварювального верстата. Крім того, під час самого процесу зварювання заготовка може коливатися, що так само негативно впливає на точність отриманого виробу. Щоб уникнути ці питання, на різних підприємствах вигадали різні засоби позиціонування та тримання заготовки у верстаті. На даний час в Україні більшість підприємств використовує тільки механічні засоби позиціонування. В той же час, в Європейських країнах активно почали використовувати пневматичне обладнання. Європейські колеги вважають що, можна змінити принцип позиціонування заготовок у зварювальних верстатах. Вони вважають, що застосування пневматичних приводів, таких як пневматичний циліндр, може зменшити період втручання робітника, зменшити час позиціонування та процесу зварювання в цілому, зменшити собівартість виготовлення деталі та зменшити час на виготовлення деталі в цілому. Але так це, чи ні? Чи буде ефективним використання даного методу на підприємствах України? Даним питанням на даний час займаються не активно, саме тому це питання потребує більш ретельного дослідження.

Мета роботи полягає у дослідженні точності позиціонування заготовки пневматичним циліндром зварювальної машини та можлива її модернізація.

Щоб досягти поставлену мету, потрібно в першу чергу вирішити такі питання:

1. Аналіз обладнання, яке використовується на сучасних підприємствах.
2. Аналіз існуючого зварювального верстата німецькому заводі.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		11

3. Аналіз досліджень автоматизованих пневматичних приводів зварювальної машини

4. Дослідження загальних факторів, які впливають на точність позиціонування

5. Розробка власного стартап-проекту, який дозволяє збільшити вміст використання пневматичного обладнання

6. Дослідження ефективності використання даного обладнання

Об'єктом дослідження є пневматичний циліндр, який використовується на існуючому зварювальному верстаті.

У ході досліджень були використані публікації вітчизняних і зарубіжних авторів, доступна інформація з підприємств, мережа Інтернет, різні методи досліджень та моделювання.

1. ВИРІШЕННЯ ЗАГАЛЬНИХ ЗАДАЧ МАШИНОБУДУВАННЯ

1.1 Класифікація пневматичних циліндрів та їх застосування у сучасному виробництві.

Пневматичний циліндр – виконавчий елемент пневматичної системи. Призначений для перетворення енергії стисненого повітря або газу в поступальний або обертальний рух (поворот на заданий кут). Застосовуються при тиску 6 - 7 бар.

За функціональним можливостям пневматичні циліндри поділяють на два базові типи:

- пневмоциліндри односторонньої дії
- пневмоциліндри двосторонньої дії

Конструкція пневматичних циліндрів полягає у наступному: в гільзі, яка служить корпусом циліндра, розташований закріплений на штоку поршень так, щоб здійснювався вільний поступальний рух поршня в гільзі. З обох сторін гільза закрита кришками. Таким чином, поршень ділить внутрішню камеру пневматичного циліндра на дві – штокову і поршневу. При підведенні робочої рідини в поршневу порожнину відбувається прямий хід пневматичного циліндра, а при підводі в штокову – зворотний.

Розрізняють такі типи пневматичних циліндрів:

- стандартний пневматичний циліндр – циліндри середніх ходів і діаметрів.
- пневматичні циліндри великих діаметрів – циліндри з великими діаметрами і відносно малими ходами. Найчастіше використовують для підняття великих мас, наприклад як стіл верстата.
- компактний пневматичний циліндр – циліндри з невеликими діаметрами і малою величиною ходу. Найчастіше використовують в якості притискних.

- тонкі пневматичні циліндри – пневматичні циліндри з великими ходами і малими діаметрами поршня, мають велику швидкість лінійного переміщення.

- міні пневматичні циліндри – циліндри дуже малих габаритів (наприклад, діаметр 6 мм і хід 5 мм). Використовуються для фіксації дрібних деталей.

- поворотні пневматичні циліндри – циліндри, робочий хід яких не прямолінійний рух, а обертання на кут менше 360 градусів.

У залежності від поставленої мети, циліндри розподіляють також на:

- поршневі

- штокові

Взаємодія між ними відбувається таким чином, що у поршневу камеру подається робоча рідина, яка продукує прямий хід. Зворотній хід створює ця ж рідина, але вже зі штокової частини. Часто такий пристрій називають пневматичні циліндри двосторонньої дії.

Пневматичні циліндри односторонньої дії мають більш складну конструкцію та наявність пружини, за рахунок чого, власне, має більші габарити.

Пнеumoциліндри односторонньої дії

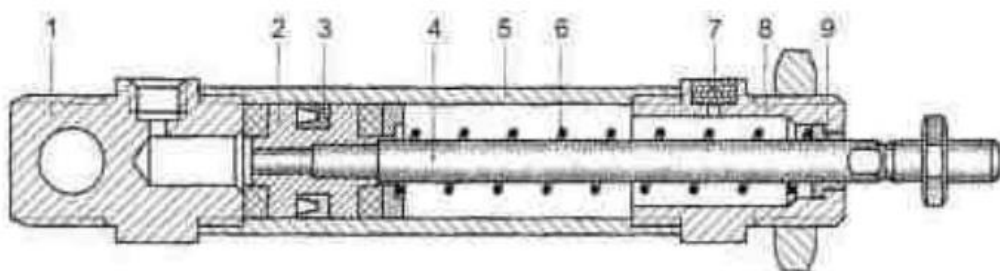


Рис. 1.1 Загальна схема пневмоциліндра односторонньої дії

На рис.1 циліндричний корпус 5 по обидва боки закритий кришками 1 і 8. У задній кришці 1 виконаний отвір для підведення повітря, а передня кришка 8 має декомпресійний отвір з вмонтованим фільтровим елементом 7. Поршень 2 ділить внутрішній простір корпусу (гільзи) на дві порожнини : штокову і поршневу. Шток 4 жорстко пов'язаний з поршнем. Порожнини розмежовані ущільненням 3 (манжетою). Передня кришка 8 забезпечена направляючої втулкою 9, яка є опорою ковзання штока, що передає зусилля від поршня на зовнішній об'єкт. Поворотна пружина 6 змонтована усередині циліндра і охоплює шток[38]

Робочий хід пневматичного циліндра здійснюється при подачі стисненого повітря в поршневу порожнину; зворотний хід відбувається під дією вбудованої пружини, що обумовлює менше споживання повітря в порівнянні з пневматичним циліндром двосторонньої дії аналогічних розмірів. Крім того, в пневматичних циліндрах односторонньої дії не потрібна повна герметизація штокової порожнини, постійно пов'язаної з атмосферою, а відсутність додаткових ущільнень знижує втрати на тертя[33]

Пневматичні циліндри односторонньої дії застосовують в тих випадках, коли потрібна передача зусилля тільки в одному напрямку, а повернення відбувається безперешкодно, а також тоді, коли з міркувань безпеки має забезпечуватися втягнуте положення штока при відключенні живлення (падінні тиску стиснутого повітря в пневматичній мережі). Область застосування пневматичних циліндрів односторонньої дії обмежена недоліками, властивими даній конструкції:

- робоче зусилля знижено внаслідок протидії пружини (приблизно на 10%);
- мале зусилля при зворотному ході (приблизно 10% робочого);
- обмежене переміщення штока (зазвичай не більше 100 мм);
- збільшені поздовжні габарити (додається довжина стиснутої пружини).

Приклади пневматичних циліндрів односторонньої дії

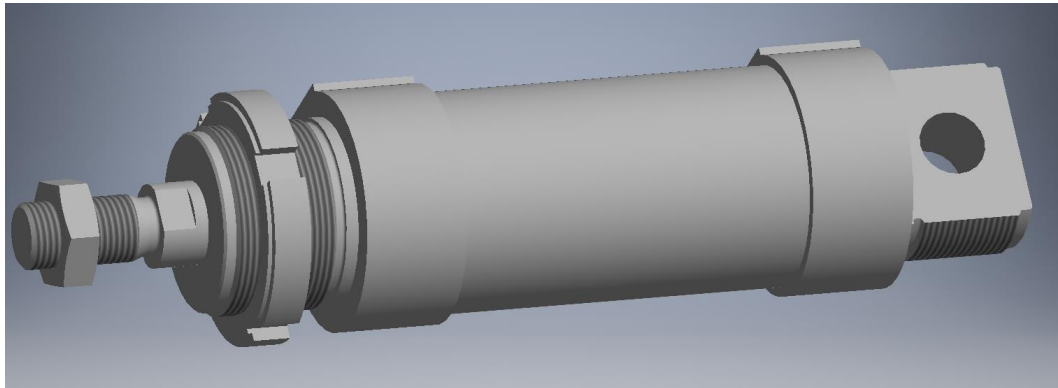


Рис. 1.2 штоковий круглий пневмоциліндр односторонньої дії ESNU

- діаметр поршня 50 мм
- хід 50 мм
- присутній датчик положення[7]

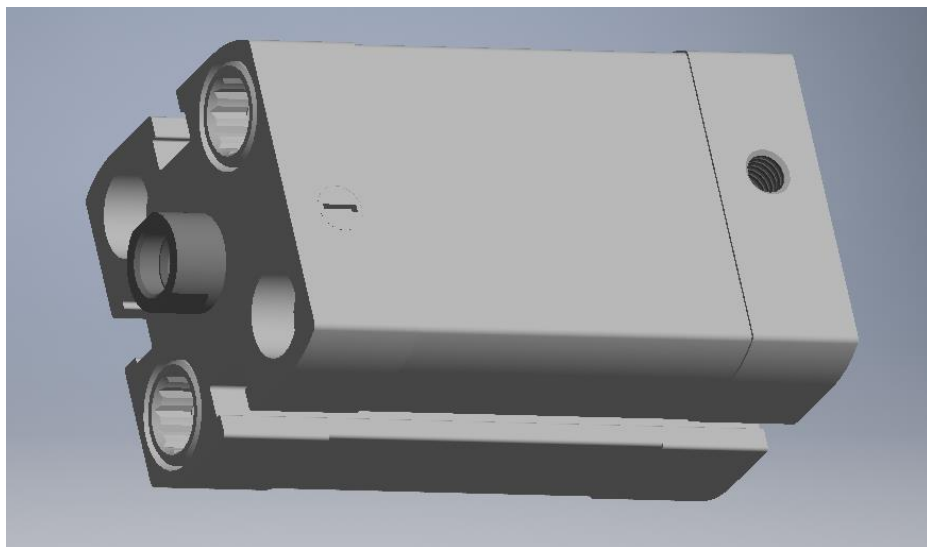


Рис. 1.3 штоковий компактний пневмоциліндр односторонньої дії AEN

- діаметр поршня 20 мм
- хід 25 мм
- присутній датчик положення

Зм	Лри	Мо	Підпис	Лат		16

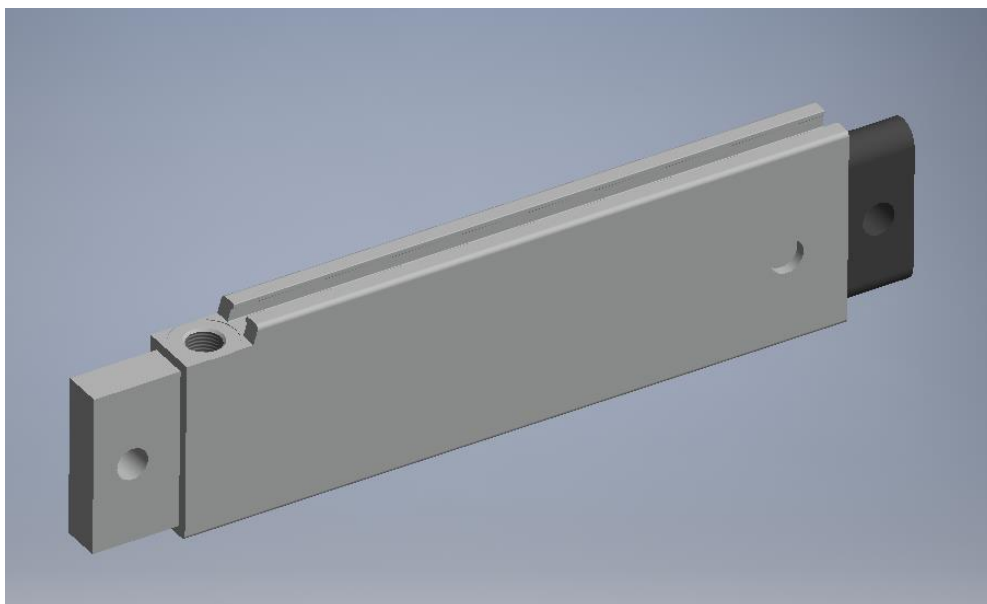


Рис. 1.4 штоковий плоский пневмоциліндр односторонньої дії EZH

- діаметр поршня 10 мм
- хід 40 мм
- без датчика положення

Пневмоциліндри двосторонньої дії

Принципова відмінність пневматичних циліндрів двосторонньої дії від поданого вище пневматичного циліндра односторонньої дії полягає в тому, що в них як прямий, так і зворотний ходи поршня здійснюються під дією стисненого повітря при поперемінній його подачі в одну з порожнин, в той час як інша з'єднана з атмосферою.

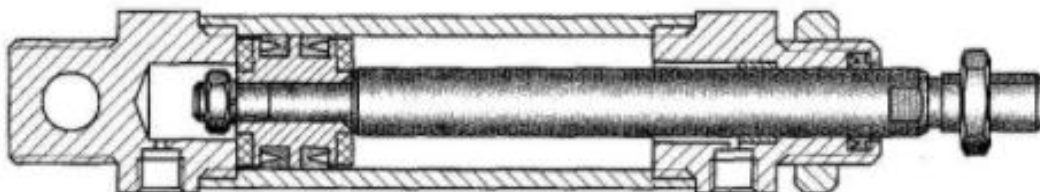


Рис. 1.5 Загальна схема пневмоциліндра двосторонньої дії

Переміщення штока в будь-якому напрямку є робочим і може здійснюватися під навантаженням. При зворотному ході поршня штокова порожнина перебуває під надлишковим тиском, що пов'язано з необхідністю установки додаткових ущільнень на поршні і в передній кришці для запобігання витоків стисненого повітря по штоку[32]

Приклади пневматичних циліндрів двосторонньої дії

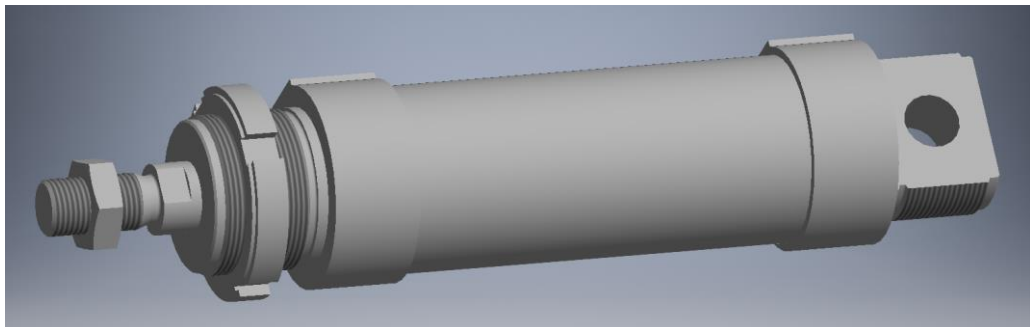


Рис. 1.6 штоковий круглий пневмоциліндр двосторонньої дії DSNU

- діаметр поршня 50 мм
- хід 80 мм
- присутній датчик положення

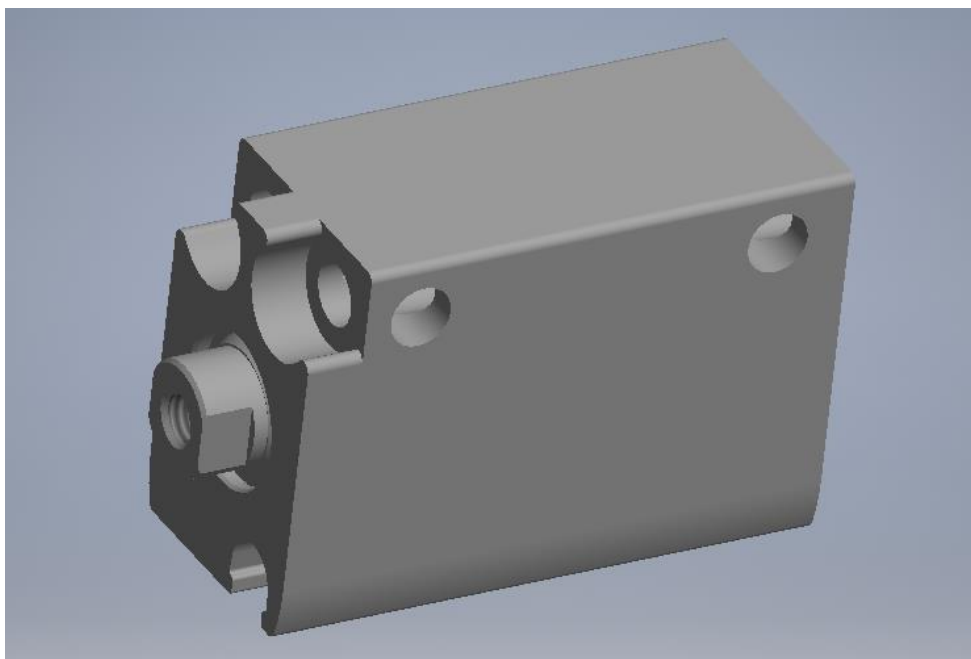


Рис. 1.7 штоковий компактний пневмоциліндр двосторонньої дії AND-S

- діаметр поршня 10 мм
- хід 10 мм
- присутній датчик положення

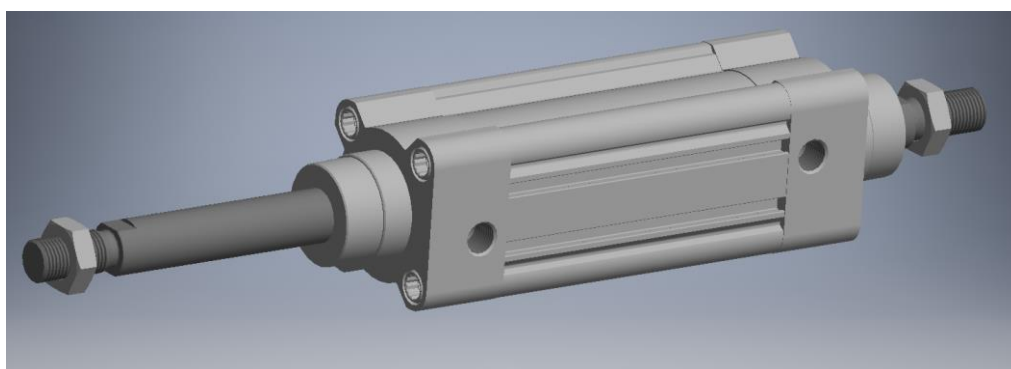


Рис. 1.8 штоковий стандартний пневмоциліндр двосторонньої дії DSBC

- діаметр поршня 50 мм
- хід 80 мм
- присутній датчик положення

Застосування пневматичних циліндрів у виробництві

Пневмо-циліндри - прості пневматичні пристосування, здатні перетворювати енергію стисненого повітря в кінетичну. Такі пристрої є головними елементами пневмосистем. Коли повітря подається в порожнину циліндра, він розширюється і виштовхує поршень - таким чином, запускається робота всього механізму.

Застосування пневматичних циліндрів різних типів в сучасній промисловості найширше. Використовуються вони в таких процесах і галузях:

- упаковка або розлив продуктів харчування;
- машинобудування;
- ливарне виробництво;
- зварювальні процеси;
- металообробка;
- пневмогідравлічні обробка різних виробів тощо.

Щоб пом'якшити удар поршня, кришку циліндра оснащують спеціальним демпфером. У пристроях з коротким ходом це може бути звичайна гумова прокладка. Якщо ж циліндри мають довгий хід, то для стримування поршня застосовується метод дроселювання - опору виштовхує повітря. Інтенсивність опору можна регулювати. До технічних характеристик цих виробів пред'являються особливі вимоги. Вони повинні бути надійні, довговічні, справно працювати в будь-яких умовах, на будь-якому виробництві. Матеріали, з яких виготовляються циліндри, відрізняються якістю і зносостійкістю. Конструкція виробу повина бути така, щоб його можна було при необхідності оснащувати додатковими елементами і фіксувати на будь-якому обладнанні для ефективної і комфортної роботи[34]

Особливо можна виділити виробництво пресів, виробничих конвеєрних ліній, що використовуються для упаковки або розливу всього, що цього вимагає від продуктів харчування до лакофарбових і інших засобів. Системи активно використовуються при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт, а також в

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		20

роботі багатьох транспортних засобів, при виробництві приладів і машин. Застосування пневмоциліндрів економічно більш вигідно, оскільки на відміну від гідроциліндрів, для роботи яких необхідно масло, їм для роботи необхідне повітря. А для регламентного обслуговування вони не вимагають дорогих запасних частин.



Рис. 1.9 Пневмоциліндр в ковальському молоті

На Рис 1.9 наведено приклад використання пневматичного циліндра в приводі ковальського молота. Швидкість роботи пневмоциліндра дозволяє молоту працювати з частотою більше 100 ударів в хвилину. При цьому забезпечується пожежна безпека роботи з розпеченої деталлю і в безпосередній близькості від джерела відкритого вогню в ковальській печі.

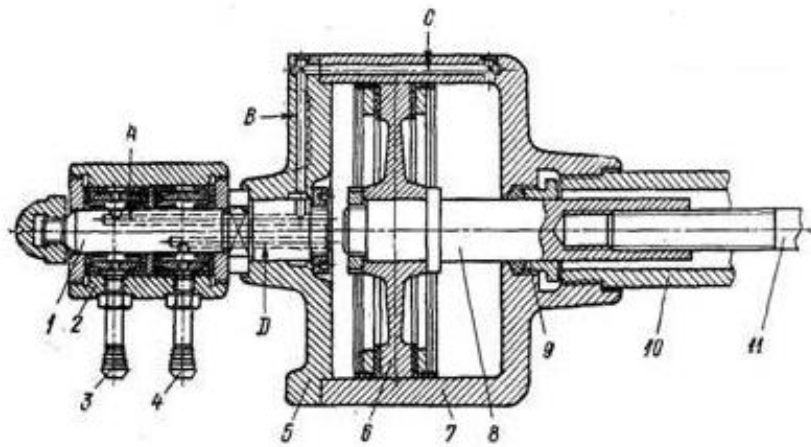


Рис. 1.10 Пневматичний циліндр в затискному пристосуванні

Для досягнення високих швидкостей різання і підвищеної точності обробки необхідно забезпечити жорстке і надійне кріплення оброблюваної деталі за допомогою пневматичного циліндра, не допускаючи в той же час її деформації.

Затиск деталі - це основна функція будь-якого затискного пристосування. Від неправильного затиску, особливо якщо затиск проводиться безконтрольно, вручну, навіть масивні на вид деталі часто деформуються, внаслідок чого після зняття їх з пристосування виявляються неточності, наприклад після фрезерування або шліфування площини - неплоскостність або непаралельність площин, після розгортання або розточування - еліптичність отворів або непаралельність їх осей[26]

У той же час при ручному затиску не завжди забезпечується і жорстке кріплення на весь час, протягом якого триває дана операція, так як це залежить від індивідуальних даних робітника. Тому ручні затиски нерідко під час роботи здають, і їх доводиться підтягувати на ходу, підстукуючи молотком. Це все впливає як на якість, так і на продуктивність.

Могутнім чинником скорочення виробничого циклу є швидке зростання продуктивності праці на основі впровадження в широких масштабах передової техніки, високопродуктивних методів роботи. Боротьба за швидкісні методи обробки деталей зараз в центрі уваги всіх виробників України. Збільшення

продуктивності праці залежить як від збільшення швидкості різання, так і від скорочення допоміжного часу, яке ще досі має велику питому вагу[18]

Поряд зі збільшенням швидкості різання ми повинні всіляко намагатися скорочувати допоміжний час. У зв'язку з цим в затискних пристроях в якості приводу використовують пневматичні циліндри. Ці пристосування конструюють так, щоб отримати такі переваги:

1) Прискорення установки деталі і її закріплення, звільнення і зняття з пристосування після її обробки з доведенням допоміжного часу до нуля за рахунок високої швидкості роботи пневматичного циліндра;

2) Привід механізму за допомогою пневматичних механізмів зменшує стомлюваність робітника;

3) Пневматичний привід циліндрами дає можливість виконувати важку роботу будь-якого робочого;

4) Запас потужності, що розвивається пневмоцилінром, дозволяє жорстко закріпити деталь, не деформуючи її;

5) Точне зусилля пневматичного циліндра, що виставляється за рахунок дросельного регулювання, забезпечує певну силу затиску, що не залежить від робітника.

Для реалізації зазначених переваг пневматичного приводу необхідно конструювати високопродуктивні пристосування з автоматичним базуванням, з швидко діючими зажимами і виштовхувачами з тим, щоб робочий встигав за рахунок пневматичного приводу зняти і встановити деталь в пристосування або навіть обслужити кілька верстатів. Пристосування з використанням пневматичних циліндрів можна конструювати так, щоб вони вимагали мінімуму уваги і участі робітника.

1.2 Опис роботи пневмоциліндрів у зварювальних верстатах.

У сучасних виробництвах, в яких потрібно використовувати зварку, все частіше виникає питання браку деталей або збірки деталей. Це все пов'язано з тим, що при ручному затисканні деталей для подальшого їх зварювання між собою, досить важко витримати силу натягу, що може призвести до того, що деталь під час обробки може повести, що призведе до неправильного накладування зварного шва. Тому більшість сучасних підприємств в Україні починають брати приклад з Європейських підприємств і швидкими темпами починають вводити пневматичне затискання у своїх верстатах.

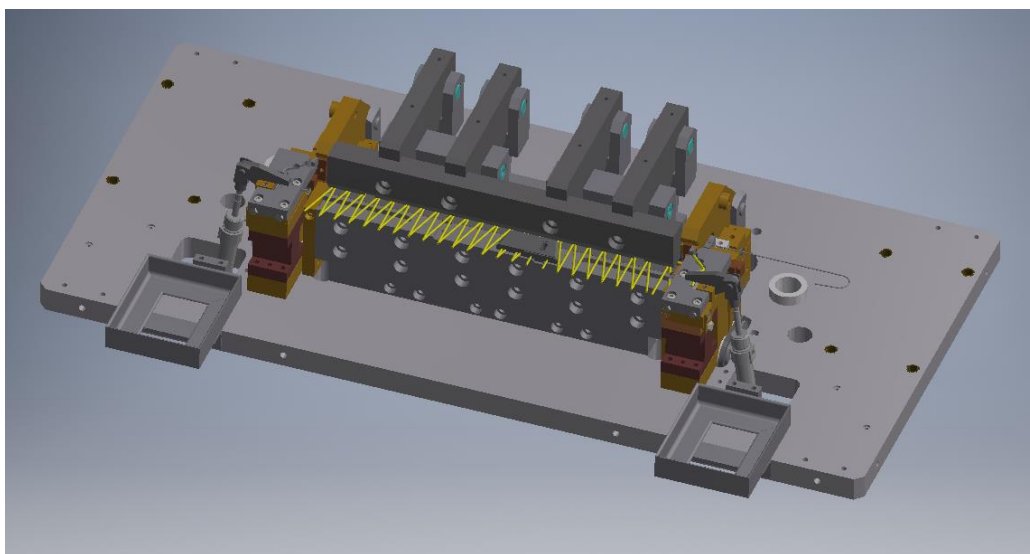


Рис. 1.11 Частина зварювального верстата, в якому використовується пневматичний циліндр

На Рис. 1.11 показана частина зварювального верстата, який використовує пневматичні циліндри для затискання прутків. При зварюванні прутків між собою повинна бути дуже велика точність зварки і позиціонування. Тому в данному випадку німецьке підприємство Draduga почала використовувати саме пневматичну силу затиску замість ручної.

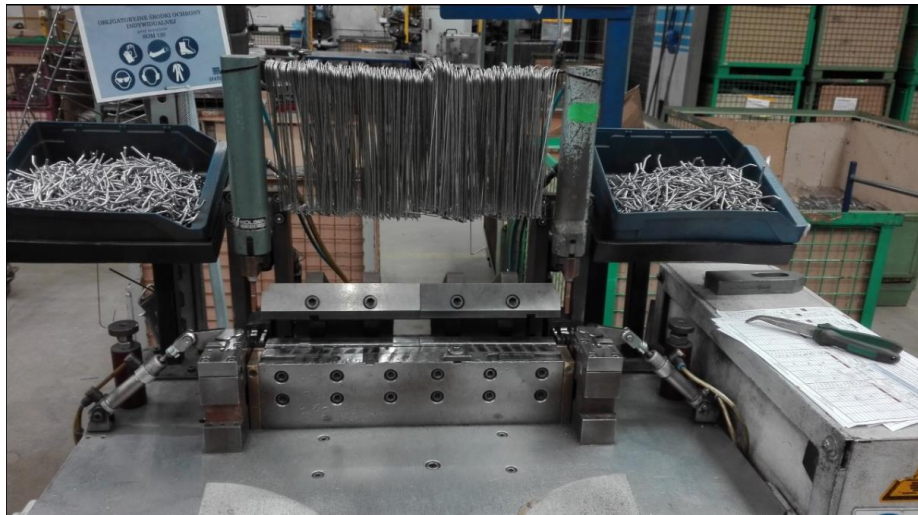


Рис. 1.12. Фото існуючого зварювального верстата



Рис. 1.13. Фото існуючого зварювального верстата

На фото рис. 1.12 та 1.13 ми можемо побачити існуючий аналог зварювального верстата, який зараз знаходиться в Польському філіалі фірми Dradura.

Цей верстат виконує зварювання частини пруткових рядків, які в майбутньому будуть використовуватися у кошиках посудомийних машин

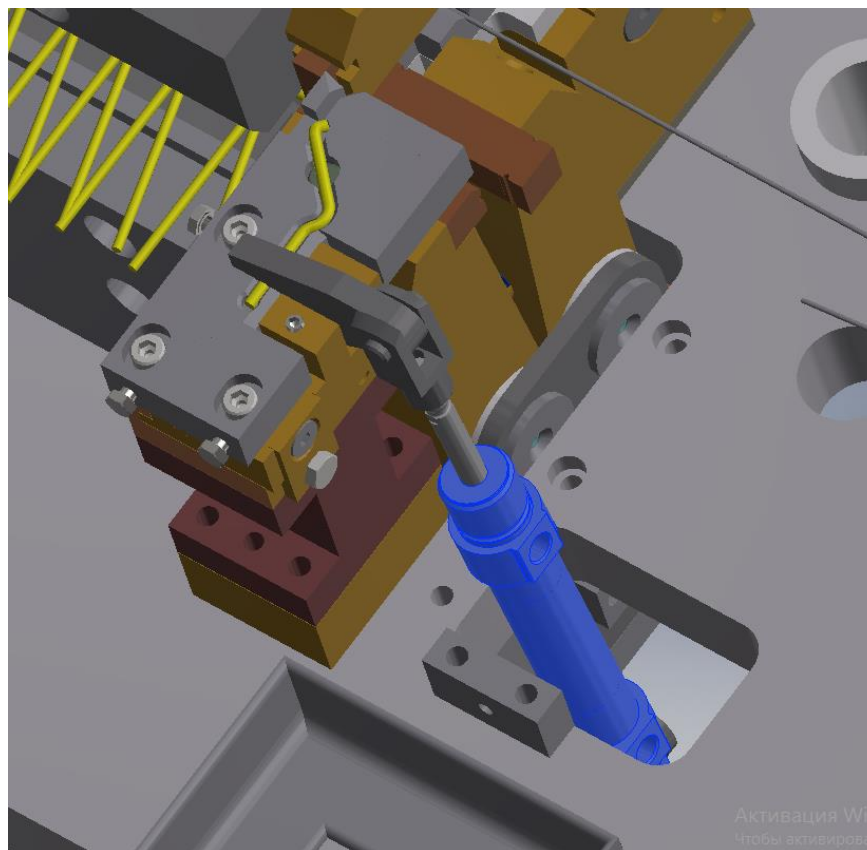


Рис. 1.14 Пневматичний циліндр фірми FESTO у робочому положенні

На Рис. 1.14 показано пневматичний циліндр разом із виделкою. В даному випадку використовується саме циліндр фірми FESTO, тому що він дешевше своїх іноземних аналогів, а по якості не поступає їм. Як ми можемо побачити на даному малюнку, цей пневматичний циліндр займає будь яке положення, яке необхідно, для більш точного позиціювання на заготівці. Це лише один з прикладів зварювальних верстатів[27]

В даному випадку робітник вручну закладає всі деталі збірки на зварочний верстат після чого відбувається затискання з обох боків за допомогою двох пневматичних циліндрів. В даному випадку цього буде достатньо, для точного позиціювання деталей і нанесення рівного зварного шва. Але точність позиціювання

все ж таки потребується визначити, щоб можна було підібрати більш відповідне обладнання для забезпечення ще більшої точності позиціювання.

1.3 Висновок до розділу 1

Проаналізувавши широке коло сучасних аналогів пневматичних циліндрів, та їх аналогів в промисловості, було встановлено , що найкращого варіанта для досліджень – не існує . Тому виникає необхідність у вдосконаленні існуючих пристроїв, та пристосування їх до конкретних завдань , та специфічних умов.

Для досягнення найкращої точності позиціювання потрібно підібрати найкраще пасуючий циліндр в залежності від умов експлуатації, та дослідити його точність. В даному випадку буде прийняте рішення використовувати пневмоциліндр односторонньої дії.

Нажаль ситуація така, що в Україні я не можу назвати впевнено підприємства, які застосовують такі системи. Скоріш за все, це пов'язано з тим, що люди залишилися у майбутньому і не готові робити сучасні зміни. Але я цілком впевнений, що скоро всі зрозуміють перевагу використання пневматики у виробництві, але на це потрібен час.

2. ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІКИ ПНЕВМАТИЧОГО ПРИВОДУ ПОЗИЦІОНАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

В даному розділі розглядаються питання вибору й розрахунку притискаючих пневмоциліндрів. Для таких приводів необхідно, щоб переміщення пневматичних пристроїв, операції захвату і відпускання об'єкту відбувалось за мінімальний час.

Тому, власне в такому аспекті доцільно проводити дослідження динаміки приводів. Необхідно зазначити, що на відміну від пневмоциліндрів механічних пристроїв для яких важлива заключна фаза циклу спрацьовування, на якій поршень в кінці ходу вже нерухомий, але тиск в робочий порожнині зростає і відповідно збільшується зусилля на штоку, для приводів з пневматичними притискаючими пристроями, ця фаза не враховується.

Тобто, для пневмоциліндрів з пневматичними притискаючими пристроями, приймається загальна теорія пневмоприводів, в якій кінцем процесу вважається вихід поршня циліндра в кінцеве положення. Час спрацьовування циліндра складається з наступних інтервалів часу: спочатку переключення розподільника, після цього проходження хвилі тиску від розподільника до поршневої порожнини, потім заповнення порожнини до моменту початку руху поршня, періоду руху поршня та періоду гальмування до зупинки поршня.[8]

Звичайно інтервал часу гальмування рухомих елементів циліндра незначний, відносно повного часу спрацьовування, але інтерес представляють максимальні значення сил інерції при гальмуванні з позиції утримання захоплюючими пристроями об'єктів транспортування

Також зазвичай розглядаються розрахунки втрат тиску в пневмолініях. Для виконання повного комплексу інженерних спрощених розрахунків динаміки пневмоприводів використовуються спеціальні комп'ютерні програми.

2.1 Аналіз досліджень автоматизованих пневматичних приводів.

На даний момент в багатьох сферах машинобудування використовуються приводи, основою якого в даний час є елементи електро і пневмоавтоматики, обчислювальний пристроїв. Автоматизоване пневмомеханічне обладнання має свої особливості, зумовлені наявністю в кінематичній структурі внутрішніх і зовнішніх механічних, пневматичних і електричних зв'язків, підкоряються умовам кінематичної балансу. Рівняння кінематичної балансу крім механічних включає витратно-перепадні характеристики пневматичних і гідравлічних силових і керуючих пристроїв, і об'єднуючі їх ліній зв'язку. Ця обставина вимагає при створенні систем приводів єдиного підходу до аналізу процесів, відображають взаємний вплив механічної, пневматичної, гідравлічної і керуючої підсистем.

Пневматичні приводи частіше використовуються для допоміжних рухів систем приводів машин і не призначені для операцій, що не вимагають регулювання закону руху в процесі переміщення виконавчого органу. Тому вони широко застосовуються в дискретних процесах з циклових управлінням. У таких процесах найбільш важливе значення має точність позиціонування і витрачений час на переміщення виконавчого органу. З точки зору точності зупинки найбільш відповідальними етапами руху пневмопривода є гальмування і зупинка вихідної ланки. Тому область досліджень, нас цікавить стосується процесу гальмування вихідної ланки пневмо-двигуна. Так як для точного зупинки і швидкого переміщення необхідно коректно вибрати закон гальмування і оцінити параметри, що впливають на точність позиціонування.[9]

Методи комп'ютерного розрахунку і моделювання приводів з певним законом руху призвів до значних успіхів в області досліджень. Для уникнення удару і подальшого відскоку поршня пневмоциліндра при гальмуванні необхідно створення певного закону переміщення поршня пневмоциліндра. Регулювання його швидкості відбувається шляхом дроселювання на магістралях ліній приводу або регулюванням тиску в порожнинах циліндра.

У сучасних умовах важливою характеристикою обладнання є технологічна гнучкість. Це призводить до необхідності дослідження питань динамічного синтезу пневматичних приводів при різних навантаженнях і величинах робочих ходів. В роботі розглянута задача підвищення технологічних можливостей досліджуваного маніпулятора.

Плавність ходу і швидкодія розглянутого маніпулятора в різних робочих режимах при збереженні заданої точності позиціонування забезпечується без зміни налаштувань.

Важливим завданням мехатроніки є створення технічних систем і комплексів, заснованих на використанні пристроїв робототехніки. Мехатронна система включає, як правило, такі складові : 1) датчики, що передають в систему управління інформацію про фактичний стан виконавчих двигунів або робочого органу машини; 2) система приводів, що складається з виконавчих двигунів і силових перетворювачів; 3) механічний пристрій або передача, яка передає зусилля на робочий орган машини; 4) система управління, пов'язана з оператором або системою управління більш високого рівня ієрархії.

Можемо зробити висновок що, машина-автомат складається з силової частини (безпосередньо приводу) і системи управління. Привід включає виконавчі двигуни, які здійснюють перетворення електричної енергії, енергії рідини або газу в рух, механічні передачі, здійснюють зв'язку двигунів з робочими органами машини, а також датчики для контролю їх стану. Пневматичні пристрої автоматики історично розвивалися від простих силових приводів до високорозвинених систем управління. За допомогою існуючих засобів пневмоавтоматики можна вирішити практично будь-яке завдання[12]

Система управління формує в часі керуючий вплив на елементи приводу для виконання машиною-автоматом необхідного алгоритму роботи. системи управління циклових (а іноді і позиційним) приводом являють собою пристрої релейного типу. синтез

таких систем може бути здійснений за допомогою відомих методів .В даний час основним напрямком підвищення ефективності систем позиційних приводів є

Зм.	Лри	Мо	Пі	Лат		30

підвищення якості управління в автоматичних системах. При цьому досягається задана точність при досить швидко змінюваних сигналах управління.

2.2 Рівняння руху пневматичного циліндра односторонньої дії.

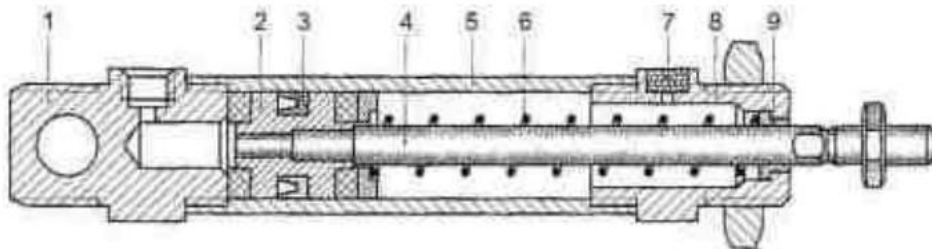


Рис. 2.1 Загальна схема пневмоциліндра односторонньої дії

На рис.2.1 циліндричний корпус 5 по обидва боки закритий кришками 1 і 8. У задній кришці 1 виконаний отвір для підведення повітря, а передня кришка 8 має декомпресійний отвір з вмонтованим фільтроелементом 7. Поршень 2 ділить внутрішній простір корпусу (гільзи) на дві порожнини : штокову і поршневу. Шток 4 жорстко пов'язаний з поршнем. Порожнини розмежовані ущільненням 3 (манжетою). Передня кришка 8 забезпечена направляючої втулкою 9, яка є опорою ковзання штока, що передає зусилля від поршня на зовнішній об'єкт. Поворотна пружина 6 змонтована усередині циліндра і охоплює шток[23]

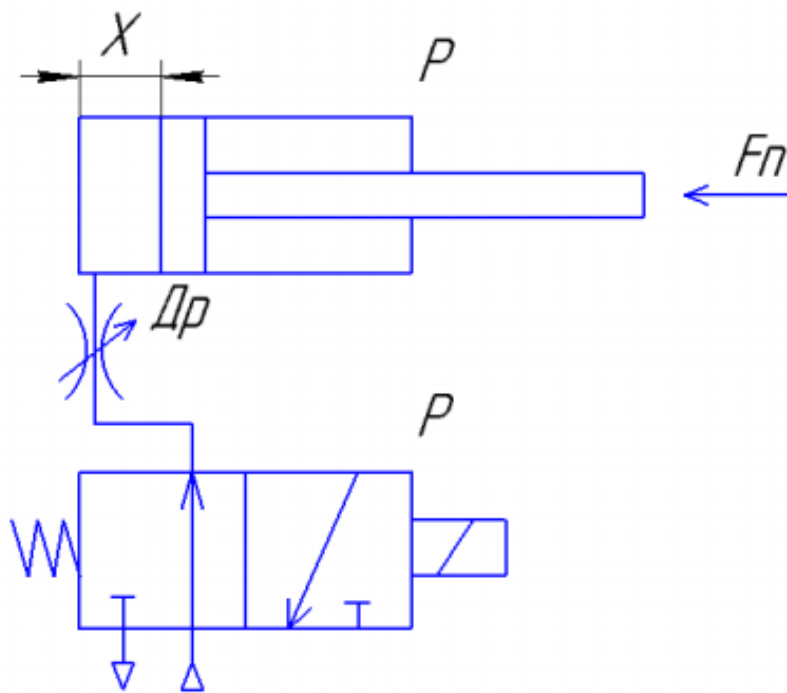


Рис.2.2. Розрахункова схема пневматичного циліндра односторонньої дії.

Спочатку озглянемо пневмоциліндр односторонньої дії, який застосовується в якості притискаючих пристроїв. Його розрахункова схема наведена на рис.2.1. Початкове ланка циліндра 1 при прямому ході рухається під дією сил стисненого повітря. Зворотний хід відбувається під дією поворотної пружини 3. Керування пневмоциліндром використаний 3/2 - розподільник з пневматичним управлінням. Положення поршня циліндра визначається координатою x .

В загальному випадку, при змінній масі рухомих елементів циліндра, рівняння руху привода має вигляд :

$$m_n \frac{d^2 x}{dt^2} + \frac{1}{2} \frac{dm_n}{dx} \left(\frac{dx}{dt} \right)^2 = S(p - p_a) - F_n$$

Де m_n - маса рухомих елементів циліндра; S - площа поршня в робочій порожнині; p - тиск в поршневій порожнині; p_a - атмосферний тиск; F_n - технологічне навантаження;

З рівняння енергетичного балансу отримаємо залежність тиску p від постійних і змінних параметрів привода:

$$kRT_m G_m dt = kpxdt + Sxdt$$

Де k - показник адіабати; R - газова стала; T_m - абсолютна температура магістрального повітря; G_m - масова витрата повітря в лінії підводу.

Похідна по часу від тиску з рівняння руху привода визначається за формулою:

$$\dot{p} = \frac{k}{x} \left(\frac{G_m RT_m}{S} - p\dot{x} \right)$$

Масова витрата магістрального повітря для підкритичного режиму протікання, при зміні тиску від $p = p_M$ до $p=0,5282$ і показнику адіабати $k=1,4$, відповідно визначається:

$$G_M = \mu_n f p_M \sqrt{\frac{7}{RT_M}} \varphi\left(\frac{p}{p_m}\right)$$

Де μ_n - коефіцієнт витрат повітря; f - площа перерізу пневмолінії підводу

Функцію витрати $\varphi\left(\frac{p}{p_m}\right)$ знаходимо з табличних даних, як результат чисельного інтегрування системи диференціальних рівнянь руху пневмоциліндра односторонньої дії[28]

Далі використовуючи спрощену залежність для масової витрати, отримаємо:

$$G_M = \mu_n f p_M \sqrt{\frac{2}{RT_M} \frac{P}{P_M} \left(1 - \frac{p}{p_m}\right)}$$

Підставивши значення масової витрати повітря з рівняння вище в рівняння похідної часу від тиску отримаєм систему нелінійних диференціальних рівнянь в яких невідомими є $x=x(t)$, $p=p(t)$. З системи диференціальних рівнянь, чисельним інтегруванням знаходять залежність координати поршня x як функції від часу і

тиску в поршневій порожнині циліндра p також як функцію від часу. Для виконавчих пристроїв дискретної дії з програмним управлінням в класичній теорії пневмоприводів приймають наступну схему спрацьовування приводу. Циклограма пневматичного одностороннього привода с зворотною пружиною показана на рис.2.3

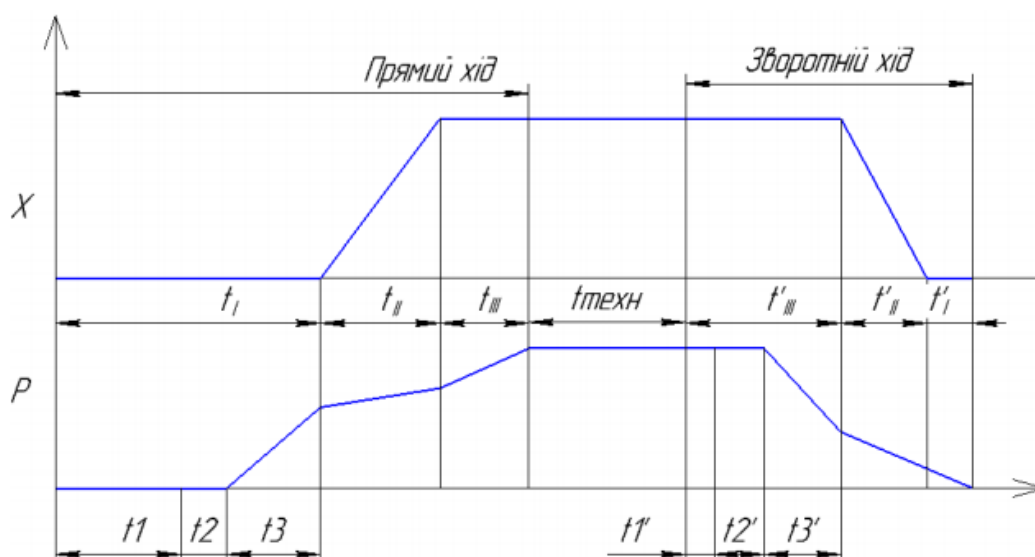


Рис.2.3. Циклограма роботи пневмоциліндра односторонньої дії с зворотною пружиною.

До цієї циклограму доцільно включати не тільки інтервали часу руху і час технологічного вистоя поршня, а й відповідні їм періоди зміни тиску в робочій порожнині циліндра. У вихідному положенні поршня, початком роботи вважається момент подачі керуючого сигналу на переключення пневморозподільника, при якому поршень виконує прямий рух (час прямого руху t_{nx}). Після можливого відстою (технологічний час $t_{техн}$) починається зворотній рух поршня (час t_{nx}). Час повного робочого циклу $t_{ц} = t_{nx} + t_{техн} + t_{nx}$. При прямому та зворотному русі прийнято розрізняти три періоди: підготовчий $t_{п}$, період руху $t_{р}$ і заключний $t_{з}$ (для зворотного руху відповідно $t_{п'}$, $t_{р'}$ і $t_{з'}$)[13]

Підготовчий період – інтервал часу з моменту подачі сигналу на переключення розподільника до початку руху поршня. Для спрощення задачі по визначенню часу t_{Π} вважають, що процеси наповнення робочої порожнини і спорожнення порожнини вихлопу починається після повного переключення розподільника і проходження хвилі тиску по обом пневмолініям. З цього випливає:

$$t_{\Pi} = t_1 + t_2 + t_3$$

де t_1 - час переключення розподільника; t_2 - час розповсюдження хвилі тиску; t_3 - час зміни тиску в порожнинах пневмоциліндру до моменту початку руху поршня з місця. Період руху t_p - інтервал часу з моменту початку руху поршня з місця до його зупинки в кінці руху. Заключний період $t_{\text{зак}}$ - інтервал часу, на протязі якого стабілізується тиск в порожнині пневмоциліндру після зупинки поршня в кінці руху: тиск в робочій порожнині порівнюється з магістральним тиском p_M , а в порожнині вихлопу дорівнює атмосферному тиску p_a .

Дивлячись на призначення, умови роботи і параметрів приводу при його спрацюванні кожний із перелічених періодів може опинитися найбільш важливим. Наприклад, для затискуючих приводів головним є час заключного періоду, а для приводів транспортуючих пристроїв головним є час руху, а час заключного періоду $t_{\text{зак}}$ може взагалі не враховуватись.

Значення тиску в робочій порожнині циліндра визначаємо з рівняння рівноваги сил, діючих на поршень на початку руху:

$$p_p = p_a + \frac{F_n}{S}$$

Щоб визначити час наповнення робочої порожнини циліндра, тобто коли тиск повітря збільшиться від початкового значення $p = p_n$ до значення $p = p_p$, що відповідає початку руху поршня, скористаємось рівнянням залежності тиску від

постійних і змінних параметрів приводу, яке при значенні швидкості $V=0$ ($\dot{x}=0$) має вигляд:

$$kRT_m G_m dt = x_0 S dp$$

Де x_0 – значення початкової координати поршня

Масова витрата повітря для підкритичного режиму протікання визначається по формулі:

$$G_M = \mu_n f p_M \sqrt{\frac{2}{RT_M} \frac{P}{P_M} \left(1 - \frac{p}{p_m}\right)}$$

Незважаючи на те, що при нерухомому поршні циліндра (до початку його руху) процес наповнення робочої порожнини може відбуватися тільки при надкритичном режимі є p_p/p_M менше 0,4932. Тоді інтегрування рівняння $kRT_m G_m dt = x_0 S dp$ для надкритичного режиму (при показнику адіабати $k=1,4$) дає наступну залежність часу:

$$t_M = \frac{x_0}{\mu_n f \sqrt{RT_M}} \left(\frac{p_p}{p_M} - \frac{p_n}{p_M} \right)$$

При значенні відношення тисків на початку і наприкінці процесу наповнення робочої порожнини циліндра більше критичного, тобто p_n/p_M більше 0,4932 і p_p/p_M більше 0,4932, то відбувається підкритичний режим наповнення, і рівняння $p_p = p_a + \frac{F_n}{S}$ при показнику адіабати $k=1,4$ після підстановки значення масової

витрати з рівняння $G_M = \mu_n f p_M \sqrt{\frac{2}{RT_M} \frac{P}{P_M} \left(1 - \frac{p}{p_m}\right)}$ буде:

$$dt = \frac{x_0}{\mu_n f \sqrt{RT_M}} \frac{dp}{\sqrt{p p_M - p^2}}$$

Після інтегрування останнього рівняння отримаємо:

$$t_n = \frac{x_0 S}{2\mu_n f \sqrt{RT_M}} \left[\arcsin \left(\frac{2p_n}{p_M} - 1 \right) - \arcsin \left(\frac{2p_p}{p_M} - 1 \right) \right]$$

Коли p_n/p_M менше 0,4932 а p_p/p_M більше 0,4932 то час руху поршня складається з двох додатків: перший відповідає надкритичному режиму, а другий – підкритичному режиму:

$$t_n = \frac{x_0 S}{2\mu_n f \sqrt{RT_M}} \left[0.4932 - \frac{p_p}{p_M} - \frac{1}{2} \arcsin 0.051 + \frac{1}{2} \arcsin \left(\frac{2p_p}{p_M} - 1 \right) \right]$$

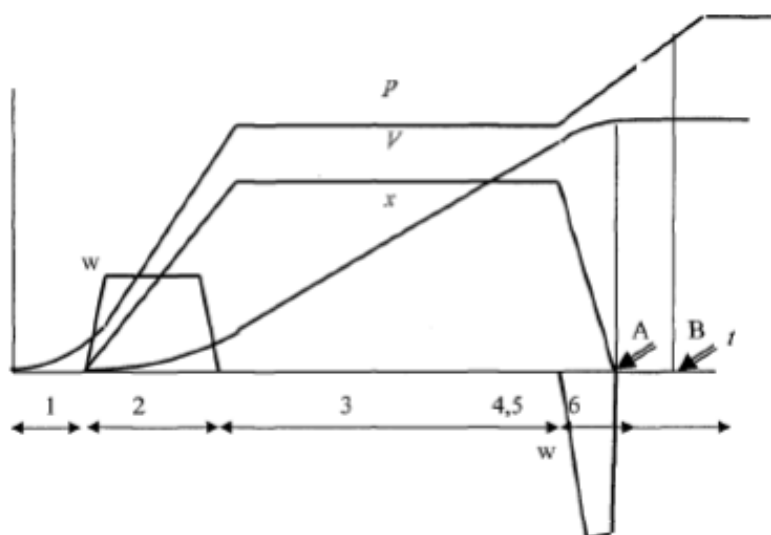


Рис.2.4. Характер зміни тиску p в робочій порожнині, швидкості V , прискорення w і координати поршня x .

Інтервал часу 1 характеризує процес наповнення порожнини циліндра в початку руху; 2 - час прискореного руху поршня; 3 - час рівномірного руху поршня; 4 – час гальмування до зупинки; 5 - час зростання тиску; 6 - час кінцевого стану[22]

В інтервалах часу, в яких розрахункові параметри міняються повільно, ці

параметри представлені як постійні. На рис.2.4 показана залежність параметрів пневмоцилиндра односторонньої дії в загальному випадку, тобто без урахування особливостей технологічної операції яку він виконує. Необхідно відзначити, що фази 5 і 6 важливі для роботи пневмоциліндрів з механічними притискаючими пристроями. На цих заключних фазах часу прямого ходу циліндра, поршень вже не рухається, але тиск в робочій порожнині зростає і відповідно збільшується зусилля, яке передається штоком на притискаючий пристрій.

2.3 Вплив параметрів привода на регулювання швидкості

Вивчимо приклад побудови програми розрахунку перехідного процесу в пневматичному приводі з гальмуванням шляхом подачі протитиску в вихлопну порожнину. Програма написана на основі мови програмування MathCAD. У програмі фігурними дужками і виносними лініями з номерами відзначені основні етапи складання програми. Розглянемо докладніше послідовність складання програми відповідно до визначеної в програмі нумерацією.

- На початку програми задають крок інтегрування, значення конструктивних параметрів, параметрів навантаження, параметрів газу, а також виробляють необхідні арифметичні розрахунки[29]

- Далі створюється масив, що включає визначають змінні. У кожен рядок цього масиву MathCAD занесе чисельні значення внутрішнього масиву, які заносяться в внутрішній масив на кожному кроці інтегрування. В результаті розмір масиву (кількість осередків) буде залежати від кроку інтегрування і часу перехідного процесу. Розмір масивів MathCAD формує автоматично. В даному прикладі створюється масив з наступними поточними значеннями змінних: p_1 - тиск газу в порожнині нагнітання, p_2 - тиск газу в вихлопної порожнини, t – час перехідного процесу, x , x' і x'' - координата, швидкість і прискорення руху привода відповідно. Надалі цей масив в нашому випадку використовується для побудови графіків перехідних процесів.[11]

Зм	Лри	Мо	Лри	Пі	Лри	38

- Розрахунок (рішення диференціальних рівнянь) виконуються в програмному модулі, який відокремлюється від масиву вертикальною лінією.

- Розрахунок в програмному модулі починається з присвоєння всім змінним їх початкових значень. У програмному модулі початковим тискам в порожнині нагнітання p_1 і вихлопної порожнини p_2 присвоюються відповідно значення атмосферного p_a і магістрального p_M тисків: $p_1 \leftarrow p_a$ і $p_2 \leftarrow p_M$. Іншими параметрами присвоюються числові початкові значення (в даному випадку - нульові): $x \leftarrow 0$, $dx \leftarrow 0$, $ddx \leftarrow 0$, $t \leftarrow 0$, $j \leftarrow 0$, (j - номер комірки в кожному рядку масиву). Числові значення атмосферного P_A і магістрального p_M тисків задані на початку програми поза програмного модуля.

- Після введення вихідних значень записується логічне умова, яке дає команду на припинення розрахунків. В даному прикладі логічним умовою є обмеження розрахунку

перехідного процесу по часу: while $t < 2.1$, тобто. розрахунок буде виконуватися до тих пір,

поки час перехідного процесу не стане більше, ніж 2,1 с.

- Далі створюється внутрішній програмний модуль.

- Розрахунки у внутрішньому модулі починаються з заповнення нульових осередків ($J = 0$) в кожному рядку внутрішнього масиву, який стоїть в кінці програми. Параметри цього масиву для зручності позначимо аналогічно позначенням зовнішнього масиву з додаванням в кожному рядку літери М.

- У внутрішньому програмному модулі відбувається рішення рівнянь математичної моделі приводу, тобто здійснюються розрахунки всіх змінних на кожному кроці інтегрування. В даному випадку чисельне інтегрування виконується за методом Ейлера, який відрізняється простотою і наочністю і дає повне уявлення про фізичні процеси, так як за своєю суттю відображає відомі фізичні закони.

- Всі отримані в результаті розрахунків значення змінних заносяться у внутрішній масив. Цей масив повинен містити таку ж кількість рядків, як і зовнішній масив. Усі числові значення внутрішнього масиву переносяться до відповідних рядків зовнішнього масиву.

Зм	Дри	Мо	Підви	Лат		39

2.4 Вплив параметрів привода на час руху поршня

Під час досліджень ставилася мета – визначити вплив різних конструктивних параметрів N , v , η та X_0 на динамічні параметри привода X , \dot{X} , \ddot{X} , τ .

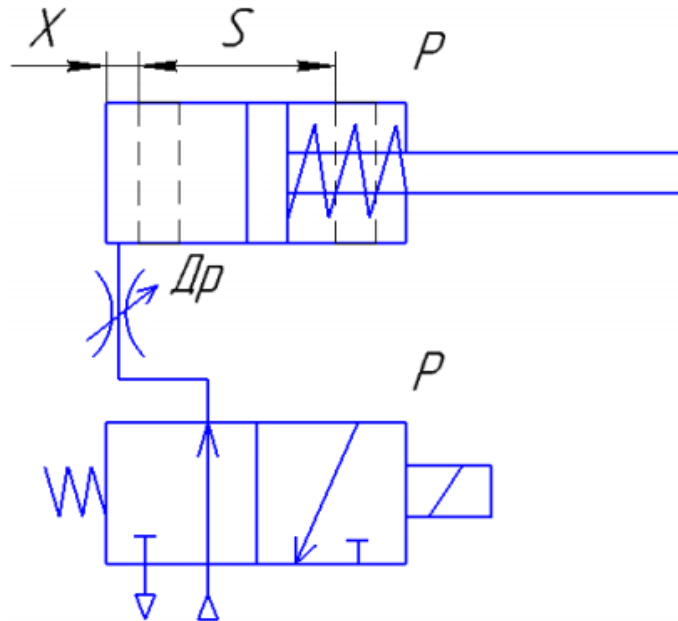


Рис. 2.5. Розрахункова схема пневматичного циліндра односторонньої дії із зворотньою пружиною.

Рішення математичної моделі здійснимо за допомогою програми MathCAD V15. Для спрощення розрахунків розглянемо привід з великими значеннями конструктивного параметра N , тобто коли тиск в робочій порожнині пневмоциліндра односторонньої дії буде дорівнювати магістральному p_m практично на всій довжині ходу поршня. Тоді рівняння руху може бути представлено в спрощеному вигляді:

$$N^2 \frac{d^2}{d\tau^2} = 1 - \eta_a - \vartheta X \text{ або } \ddot{X} + a_1 X - a_2 = 0$$

$$\text{Де: } a_1 = \frac{\vartheta}{N^2} \text{ та } a_2 = \frac{1-\eta_a}{N^2}$$

Рівняння $\ddot{X} + a_1 X - a_2 = 0$ є лінійним диференціальним рівнянням рішенням якого є:

$$X = C_1 \cos \beta_t + C_2 \sin \beta_t + \frac{a_2}{a_1}$$

Де $\beta_t = \sqrt{a_1}$, так як із характеристичного рівняння слідує: $k^2 + a_1 = 0$ та $k = \pm\sqrt{a_1}$

При $\tau = 0$, $X=0$ і $\dot{X}=0$, тому $C_1 = -\frac{a_2}{a_1}$ і $C_2 = 0$. Звідси: $C_1 = -\frac{a_2}{a_1}(1 - \cos \beta_t)$

Щоб знайти τ_s , треба покласти в цьому рівнянні $X = 1$. Після простих перетворень отримаємо:

$$\cos \beta_{\tau_s} = 1 - \frac{a_1}{a_2} \text{ або } \tau_s = \frac{1}{\beta} \arccos \left[1 - \frac{\vartheta}{1 - \eta_a} \right]$$

Підставляючи замість a_1 , a_2 , і β їх значення будемо мати

$$\cos \beta_{\tau_s} = 1 - \frac{a_1}{a_2} = \frac{1}{\sqrt{\vartheta}} \arccos \left[1 - \frac{\vartheta}{1 - \eta_a} \right]$$

З даної формули слідує, що при заданих значеннях v і η_a безрозмірний час τ_s лінійно залежить від N .

Позиціонуючі пневмоприводи з пневматичними захватами мають практично постійну масу рухомих елементів, що обумовлено функціональними можливостями пневматичних захватів. Внаслідок цього, можливо знехтувати величиною конструктивного параметра привода і спростити приведені вище рівняння та розрахунки. При $N=0$ рівняння руху буде мати вигляд:

$$Y - \vartheta X - \eta_a = 0$$

Підставивши з останнього рівняння значення Y та його диференціал $dY = \vartheta dX$ в рівняння зміни тиску в порожнині циліндра при надкритичному режимі течії, після інтегрування отримаємо наступну залежність між безрозмірними параметрами часу і переміщення поршня X :

Зм	Лри	Мо	Півни	Лот		41

$$\tau = \frac{1}{\varphi(Y_*)} \left[\frac{1+k}{2k} \vartheta X^2 + \frac{1}{k} (\vartheta X_0 + k\eta_a) X \right]$$

Підставивши в дане рівняння значення $X=1$, що відповідає робочому ходу поршня, отримаємо залежність для визначення значень безрозмірного часу повного ходу і тиску в кінці руху поршня:

$$\tau = \frac{1}{\varphi(Y_*)} \left[\vartheta \left(\frac{1+k}{2k} + \frac{x_0}{k} \right) + \eta_a \right] \text{ та } Y_S = \vartheta + \eta_a$$

Дане рівняння, доцільно використовувати також, для визначення допустимих параметрів шорсткості зворотної пружини або навантаження при заданій величині безрозмірного часу. Таким чином початковий об'єм порожнини циліндра залежить від конструктивних особливостей привода і впливає на значення часу переміщення поршня значно менше, ніж шорсткість зворотної пружини або технологічне навантаження на шток[15]

$$t = \frac{\Delta V p_d}{G_* RT} \text{ та } \Delta \vartheta = \vartheta - \vartheta_0$$

Де V_0 і V — об'єми поршневої порожнини (початковий і кінцевий); p_d — тиск повітря, що необхідний для подолання всіх сил опору в приводі.

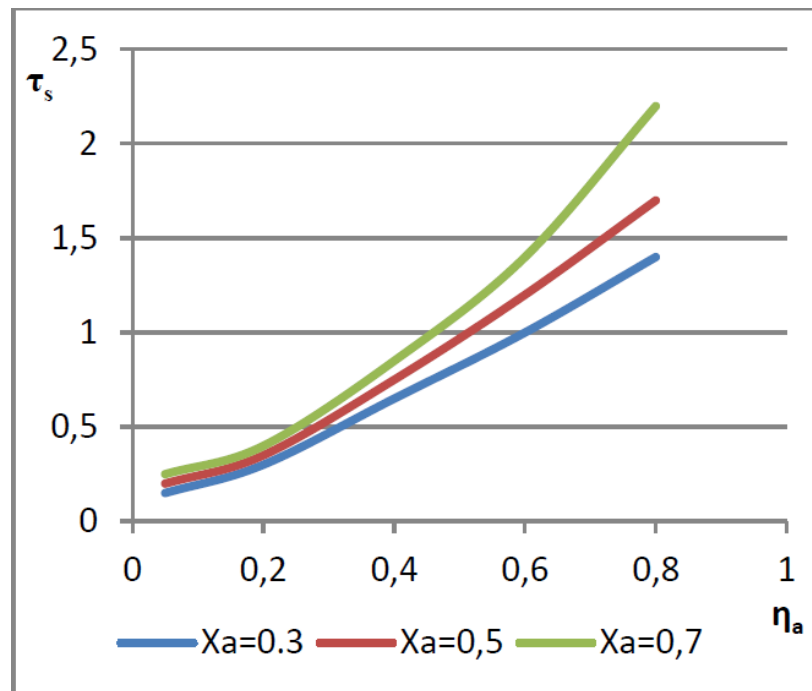


Рис. 2.6. Безрозмірний час τ_s руху поршня одностороннього циліндра зі зворотною пружиною при прямому русі $\xi = 0.15$ та $V\delta = 0.05$

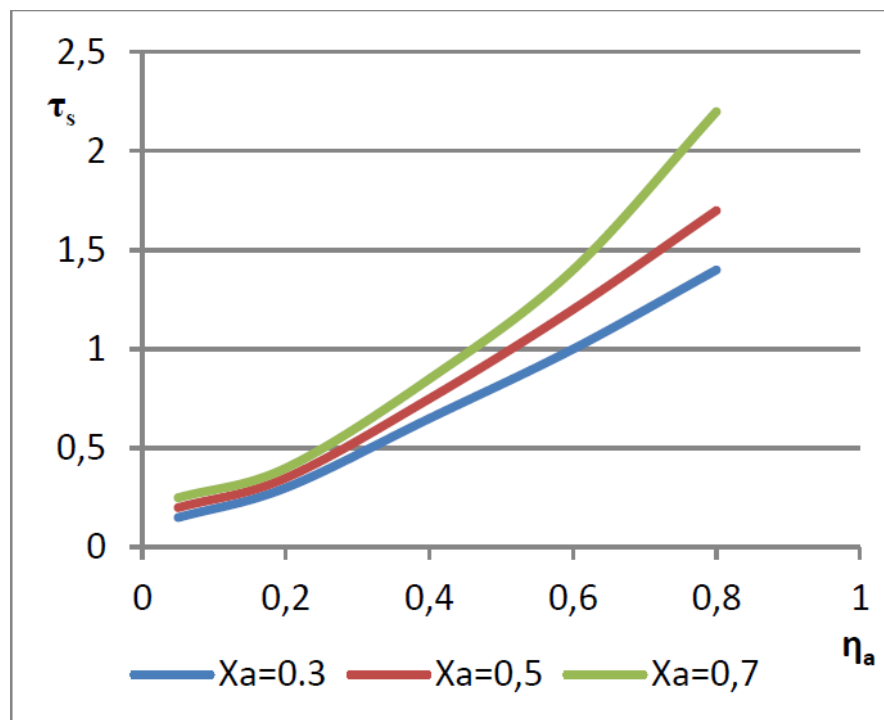


Рис. 2.7. Безрозмірний час τ_s руху поршня одностороннього циліндра зі зворотною пружиною при прямому русі $\xi = 0.15$ та $V\delta = 0.1$

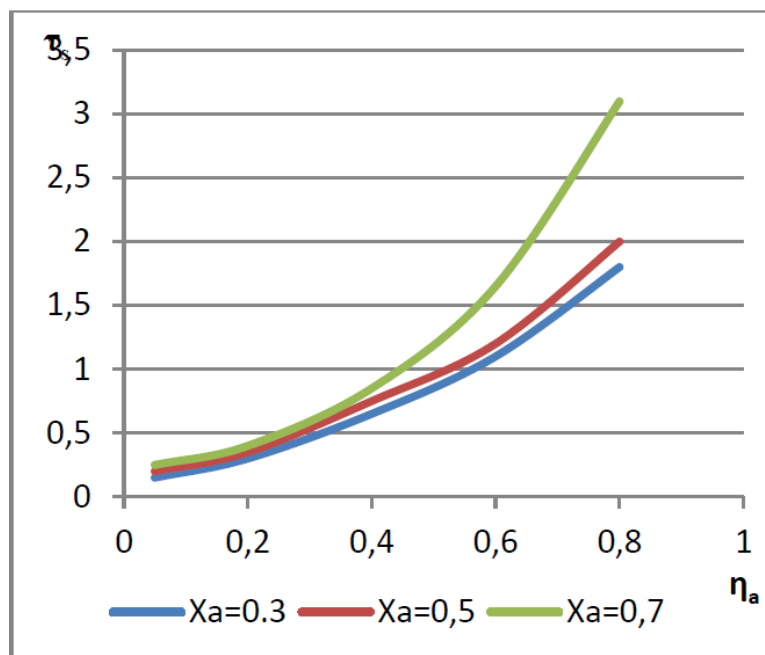


Рис. 2.8. Безрозмірний час τ_s руху поршня одностороннього циліндра зі зворотною пружиною при прямому русі $\xi = 0.15$ та $V\partial = 0.4$

Вирішення математичної моделі здійснимо за допомогою програми MathCAD V15 та отримаємо наступні результати.

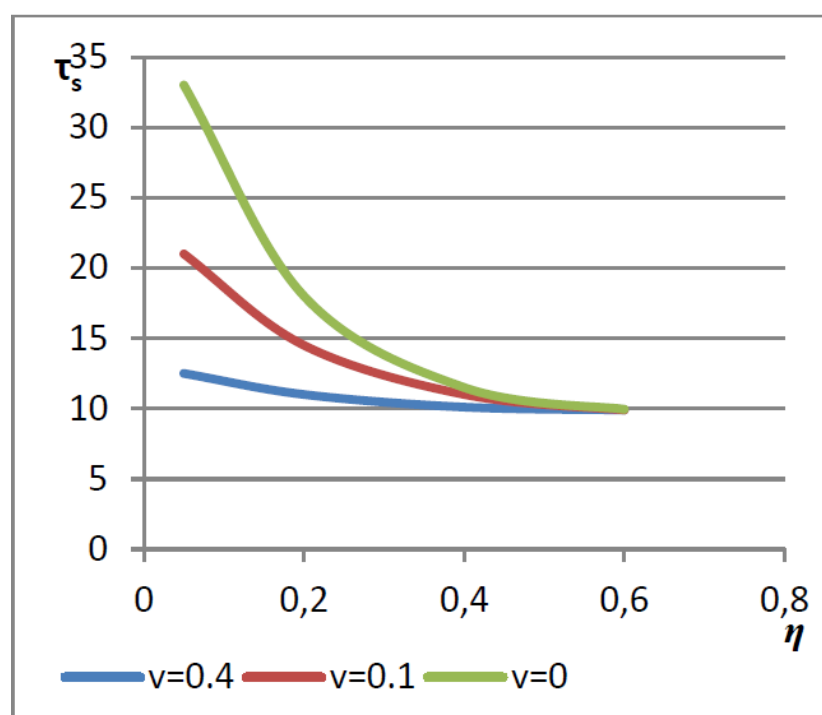


Рис.2.9. Графік залежності відносного часу τ_s зворотнього руху пневмоциліндра зі зворотною пружиною від навантаження η при різних жорсткості ν для $N = 5$

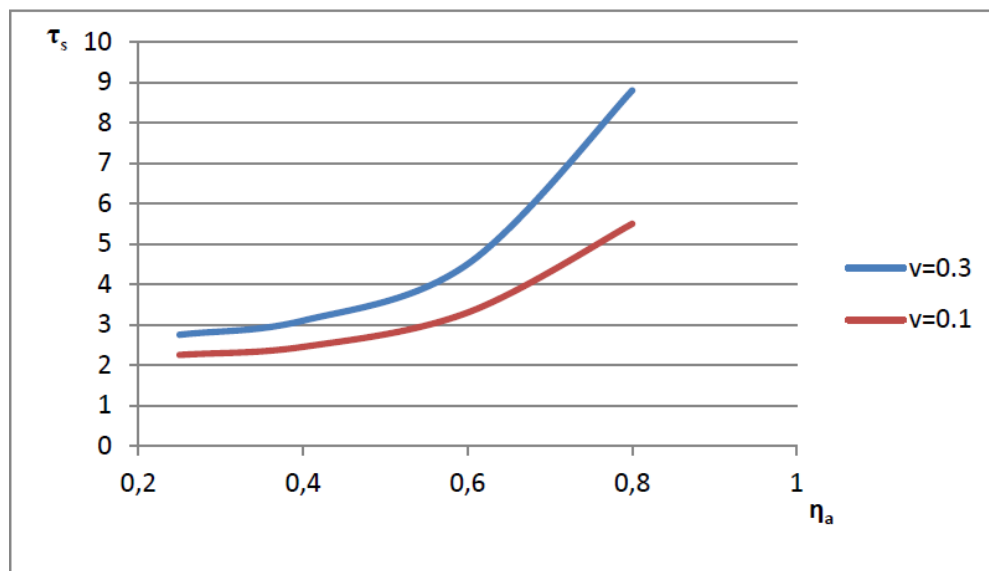


Рис.2.10 Графік залежності відносного часу τ_s прямого ходу пневмопривода з поворотною пружиною від навантаження η_a при різних відносній жорсткості ν для $N = 1$.

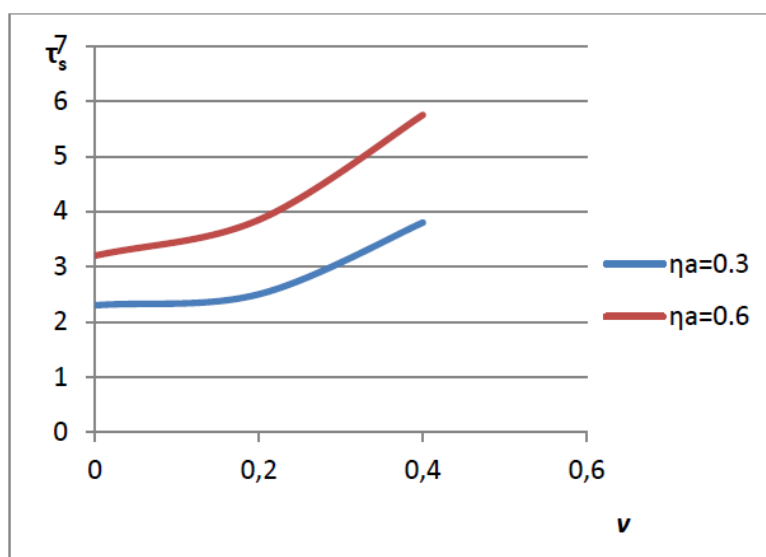


Рис.2.11 Графік залежності відносного часу τ_s прямого ходу пневмопривода зі зворотною пружиною від її відносній жорсткості ν для $N = 1$.

2.5 Визначення впливу параметрів пневмоприводу на його динаміку

Ціллю роботи є дослідження впливу параметрів приводу на його динаміку заданих безрозмірних значеннях жорсткості пружини S_p і навантаженні F_t безрозмірний час t_c лінійно залежить від конструктивного параметра N

Закон руху поршня пневмоциліндра односторонньої дії с зворотною пружиною може

бути описаний наступним рівнянням:

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = (p - p_a)F - P_r - P_t - P_{pt}$$

де m – маса рухомих частин приводу; x – поточна координата положення поршня; p – поточне значення тиску в поршневій порожнині; p_a – атмосферний тиск.

Математична модель пневмопривода, в загальному вигляді, являє систему диференціальних рівнянь, що описують рух виконавчих пристроїв на основі законів зміни тиску в порожнинах пневмоциліндра, сил тертя і зовнішніх навантажень[16]

$$\left\{ \begin{array}{l} m \frac{d^2 x}{dt^2} = (p - p_a)F - P; \\ kRT_m dM_m = kpdV + vdp; \\ dM_m = \mu f B \frac{p_v}{\sqrt{T_m}} \varphi(Y) dt; \end{array} \right\}$$

Де $P = P_r + P_t + P_{pt}$, $Y = \frac{p}{p_m}$, $V = Fx$, $dv = Fdx$

Вирішення системи диференціальних рівнянь можливо тільки за допомогою методів чисельного інтегрування. Але для окремих режимів роботи пневмоприводів можливо отримати спрощення рішення, перевагою яких є встановлення взаємозв'язку між окремими параметрами, дозволяє спростити дослідження.

Зм	Лри	Мо	Пі	Лат		46

Спрощений розрахунок динамічних процесів в пневмоприводом доцільно проводити в безрозмірних параметрах[31]

Схемне включення пневмоциліндра одnobічної дії з поворотною пружиною і його розрахункова схема наведена на рис.2.5.

Будемо вважати, що при заданих безрозмірних значеннях жорсткості пружини C_p і навантаженні F_t , безрозмірний час t_c лінійно залежить від конструктивного параметра N . Для приводів, що мають малу масу рухомих елементів величиною безрозмірного конструктивного параметра можна знехтувати. Тоді рівняння руху приводу має вигляд:

$$Y - C_p X - F_t = 0$$

Y – безрозмірний тиск в робочій порожнині; C_p – безрозмірна жорсткість пружини; F_t – відносне навантаження привода односторонньої дії з урахуванням атмосферного протитиску[21]

Підставивши в отримане з рівняння значення Y та його диференціала в рівняння зміни тисків в порожнині циліндра при надкритичному режимі, після інтегрування одержимо залежність між безрозмірними параметрами часу t_c і переміщенням X :

$$t_c = \frac{1}{\varphi(Y_*)} \left[c_n \left(\frac{1+k}{2k} + \frac{X_0}{k} \right) + F_n \right] \text{ та } Y_s = c_n + F_n$$

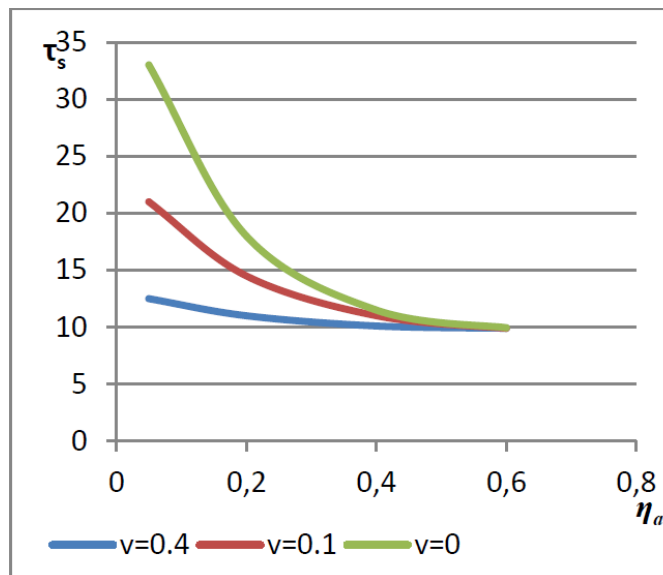


Рис.2.12. Залежність безрозмірного часу від навантаження для різних значень жорсткості пружини при зворотньому ході привода.

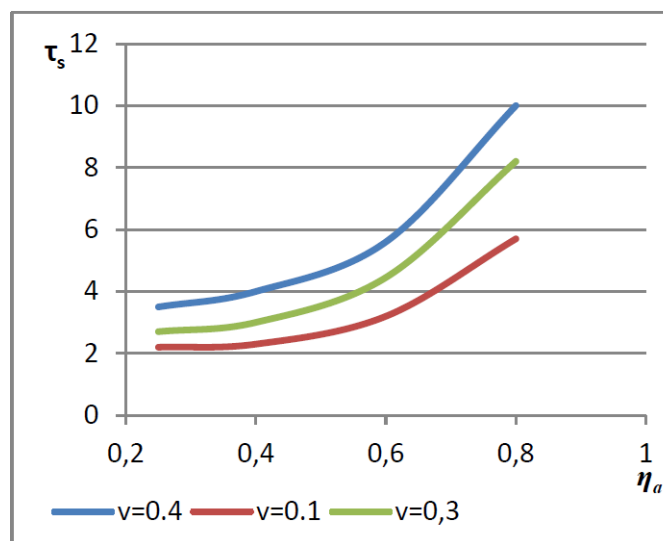


Рис.2.13. Залежність безрозмірного часу від навантаження для різних значень жорсткості пружини при прямому ході привода.

2.6 Засоби гальмування пневматичного приводу

Пневматичні приводи двосторонньої найчастіше використовуються для допоміжних рухів приводів машин і призначені для операцій, які не потребують регулювання законів переміщення виконавчих органів. Саме тому вони широко застосовуються за для переміщення позиціонуючих пристроїв з об'єктами транспортування в дискретних процесах з цикловим управлінням. У цих процесах найбільш важливе значення мають точність позиціонування, час переміщення виконавчих пристроїв і допустимі інерційні навантаження при роботі приводу. Звертаючи увагу на точки зору точності зупинки і допустимих інерційних навантажень, найбільш відповідальними етапами руху пневмопривода є процес гальмування і зупинки рухомих елементів приводу.

Тому в цьому розділі проводяться дослідження процесів гальмування вихідної ланки приводу, вибор закон гальмування та оцінки параметрів, які впливають на точність позиціонування і величину інерційного навантаження. Використанням методів комп'ютерного розрахунку і моделювання приводів необхідно визначати закон переміщення поршня пневмоциліндра при регулюванні його швидкості за шляхом дроселювання ліній приводу або регулюванням тиску в порожнинах циліндра.

У якості виконавчих двигунів у системах дискретного управління застосовують стандартні пневмоциліндри та в деяких випадках спеціальні циліндри, що відрізняються від стандартних, наявністю допоміжних пристроїв, підвищуючих ефективність їх використання. Гальмівні пристрої призначені для зменшення швидкості руху виконавчого механізму за заданим законом гальмування і зупинки його в заданій позиції та важливість

гальмівних пристроїв зростає при збільшенні максимальної швидкості руху, маси, переміщається і частоти спрацьовування приводу. В наш час для позиціонуючих приводів використовується як внутрішнє гальмування (конструкції з внутрішнім демфером), так як зовнішнє гальмування, а також їх комбінація[17]

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		49

При внутрішньому гальмуванні відбувається управління тиском в робочій порожнині P1 і порожнини вихлопу циліндра P2. Гальмування з керуванням тиском P1 характеризується високою кінетичною енергією рухомих елементів циліндра, простою конструкцією і управління. Якщо гальмування приводу відбувається з включенням живлення, а зупинка виконавчих пристроїв відбувається в кінці ходу, то необхідно обмежити робочу швидкість, щоб забезпечити ненаголошений зупинку.

Гальмування з керуванням тиском P2 характеризується з більш низькою витратою стисненого повітря, ніж з першим засобом. У вихлопній порожнині циліндра створюється підпір, а перепад тисків на поршні може бути негативний, так як порожнину підводу при русі поршня циліндра робить на розширення стисненого повітря. Зупинка поршня в даних умовах можлива з відскоком, що вимагає використання додаткових стопорних пристроїв і ускладнює конструкцію приводу. Недоліки вище представлених способів гальмування повинні бути усунені організацією раціональних способів гальмування, які розробляються на базі математичного моделювання процесів гальмування і визначенні впливу параметрів на динаміку приводу. Відомі компанії, такі як «FESTO», «Самozzi» пропонують пристрої і методи для гальмування і зупинки пневмоциліндрів з використанням вбудованого регульованих дроселів та додаткових зовнішніх демпферів.[10]

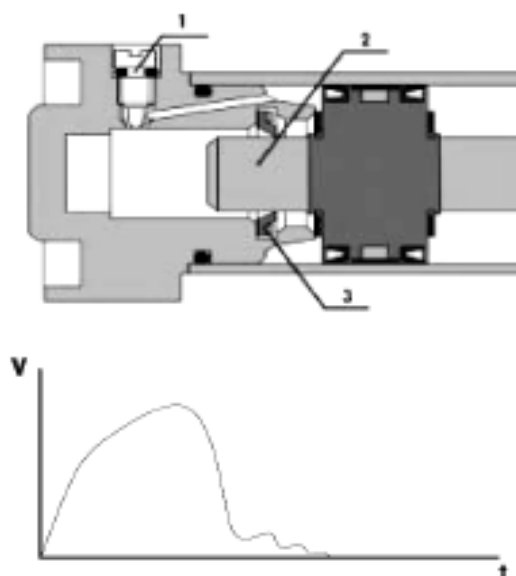


Рис.2.14. Вбудований регульований демпфер, де 1 – дросель; 2 – втулка демпфера; 3 – ущільнююча манжета.

Якщо використовується така конструкція, то гальмування починається в момент входу втулки демпфера в манжетне ущільнення. При цьому відбувається «замикання» об'єму повітря і утворення повітряних «подушок». Кінетична енергія рухомих мас приводу перетворюється в потенційну енергію стиснення повітря та призводить до зменшення швидкості поршня циліндра[30]

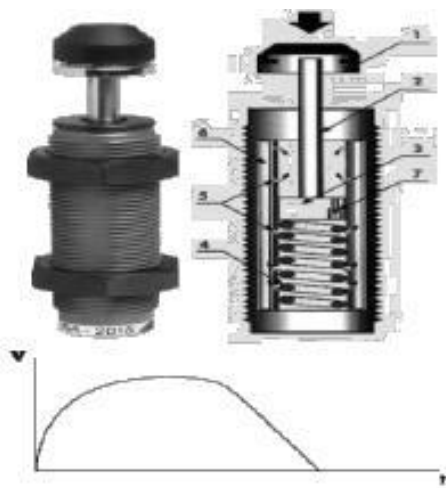


Рис.2.15. Гідравлічний амортизатор де- 1- нейлоновий упор; 2- шток поршня; 3 – поршень; 4 – зворотня пружина; 5 – отвір; 6– акумулятор; 7 – зворотній клапан.

Також фірмами пропонується ще один пристрій – зовнішній гідравлічний демпфер, який дозволяє не тільки ефективно здійснювати процес гальмування, але і встановлювати стабілізацію швидкості рухомих мас приводу на заданому рівні. Встановлено паралельно з пневмоцилиндром демпфер пасивно сприймає навантаження і компенсує зміни швидкості приводу. Функцію акумулятора при цьому виконує пневмоцилиндр односторонньої дії[24]

Таке схемне рішення дозволяє регулювати швидкість і вирішити задачу здійснення різних швидкостей руху поціонуючих циліндрів. Особливості

внутрішнього гальмування накладають обмеження на максимальну швидкість руху пневмоциліндра, так як вона залежить від витрати стисненого повітря, та має високу стисливість. Точність позиціонування залежить від геометричних параметрів.

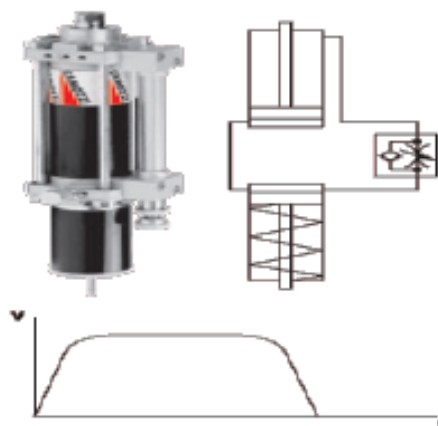


Рис.2.16. Гідравлічний демпфер.

Завданням досліджень даного розділу є оцінка динамічних характеристик приводу на належну швидкодію та розробка спрощених методів розрахунку на етапі проектування. Для цього, на першому етапі, приймалася розрахункова схема, яка відповідала одому із способів гальмування приводу.

На другому етапі розрахунків, використовуючи математичний опис динаміки приводу двосторонньої дії, обґрунтований в роботах Герц Е.В., Попова Д.Н, що представляє систему нелінійних диференціальних рівнянь, що описують поведінку приводу в процесі гальмування. Для спрощення розрахунків були прийняті наступні допущення

- Тому що тиск в пневматичній системі не перебільшував 1 МПа, це стиснене повітря вважалось ідеальним газом.

- Звертаючи увагу на функціональну обмеженість вакуумних захватних пристроїв, навантаження на шток циліндру також приймалось постійним $m=const$.

- Температура та тиск стиснутого повітря вважались постійними $p_n=const$, $T_n=const$.

Початкові умови для моделювання автоматизованого ППП: $Y(1) = x_1$; $Y(2) = v_1$; $Y(3) = L$; $Y(4) = V$; $Y(5) = p_1$; $Y(6) = p_2$; $Y(7) = x_3$; $Y(8) = v_3$; $Y(9) = x_4$; $Y(10) = v_4$; $Y(11) = y$; $Y(12) = V_{toz}$; $Y(13) = p_{toz}$;

$$\text{При } t_0 = 0 \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} Y(1) = 0 \\ Y(2) = 0 \\ Y(3) = 0 \\ Y(4) = 0 \\ Y(5) = 0 \\ Y(6) = 6 \cdot 10^5 \\ Y(7) = 0.004 \\ Y(8) = 0 \\ Y(9) = 0 \\ Y(10) = 0 \\ Y(11) = 0 \\ Y(12) = 0 \\ Y(13) = 0 \end{array} \right\}$$

Результати розрахункового експерименту процесу гальмування пневмоциліндра двосторонньої дії представлені на наступних рисунках. Графіки показують зміну основних параметрів привода: P , V , a , L , x на участку розгону t_r , сповільнення t_s і зупинки поршня t_z .

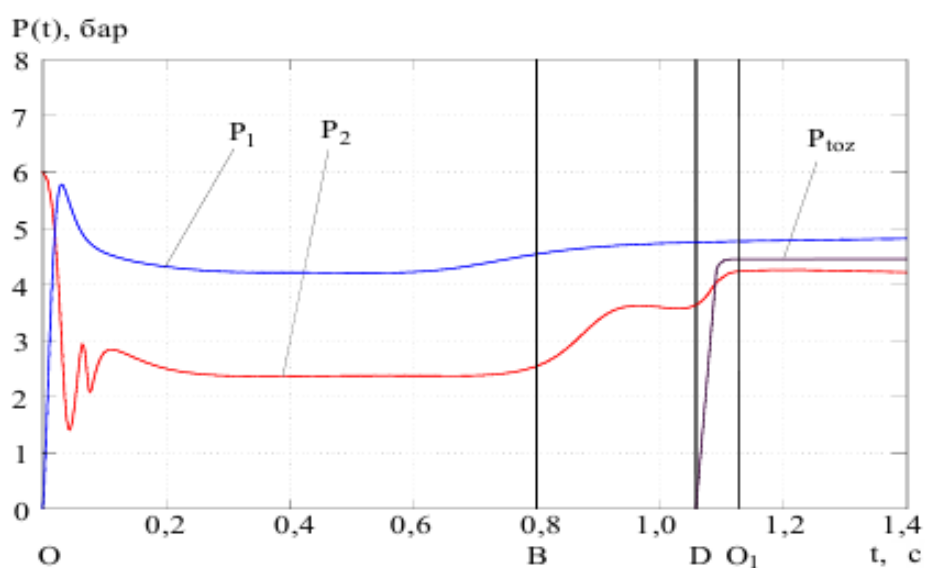


Рис.2.18. Зміна тисків в лініях пневмоциліндра де:

$P1$ – тиск в лінії нагнітання; $P2$ – тиск в вихлопной лінії.

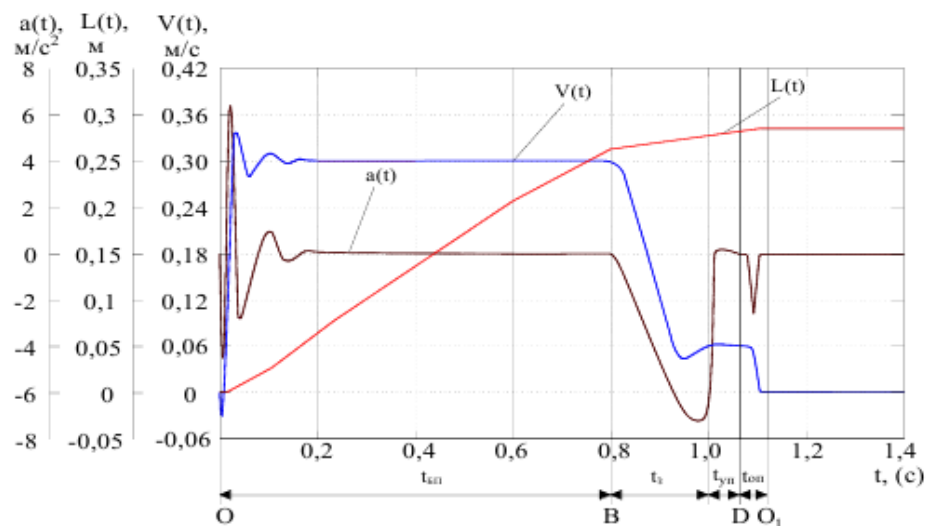


Рис. 2.19. Зміна параметрів пневмоциліндра де:
 $a(t)$ – прискорення; $V(t)$ – швидкість переміщення; $L(t)$ – переміщення.

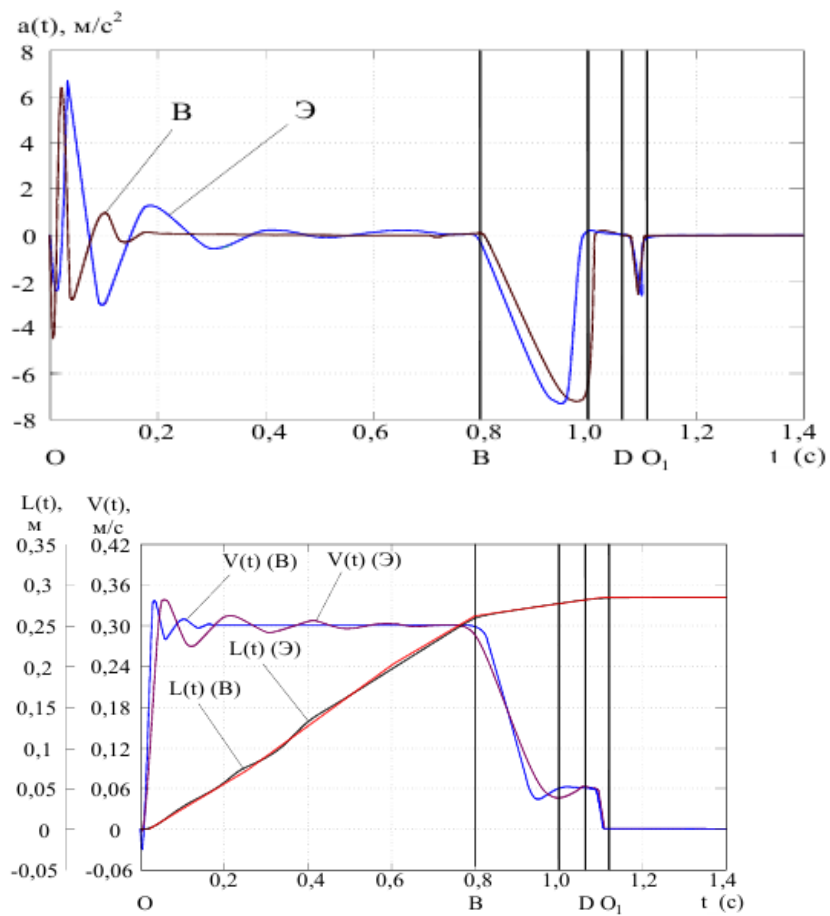


Рис. 2.20. а) Прискорення рухомих елементів та б) траєкторія руху приводу

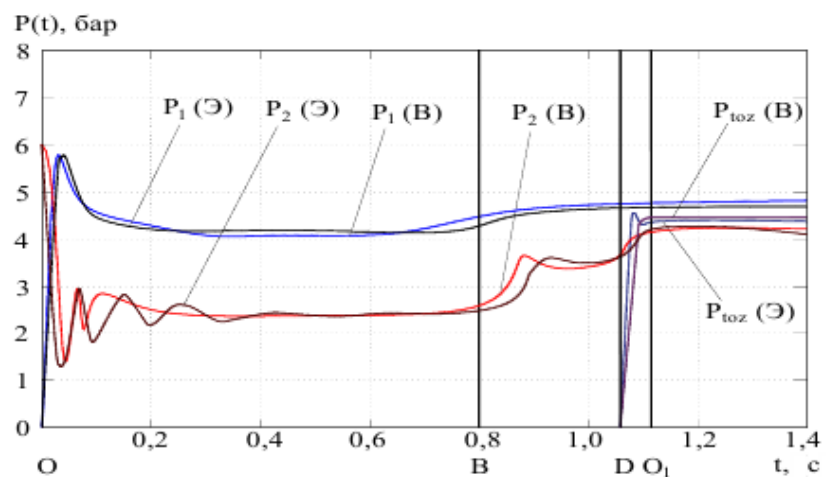


Рис. 2.21. Характер зміни тисків в порожнинах привода.

У результаті комп'ютерного моделювання було досліджено вплив різних чинників на періоди робочого циклу привода, які істотно змінюють динамічні характеристики пневмоцилиндра двостороннього дії (швидкодія і точність позиціонування).

2.7 Висновок до розділу 2

В першу чергу можна зазначити що початковий обсяг порожнини циліндра залежить від конструктивних особливостей приводу і впливає на час переміщення значно менше, ніж жорсткість пружини. По друге, ми зробили висновок, що відносна жорсткість пружини починає чинити значний вплив на час t_p для навантаження F_t при значеннях S_p більших ніж 0,2 - 0,3 для прямого ходу поршня. Залежність часу зворотного ходу від навантаження показує, що чим менше жорсткість пружини, тим більше різниця в часі переміщення поршня від зміни навантаження. Також, по результатам дослідження можна зробити висновок, що динамічні розрахунки пневматичних приводів проведені у безрозмірних параметрах. Перехід від дійсних величин до безрозмірних дозволяє дещо спростити рівняння і робить більш зручним рішення задачі на ОЦМ, але більш важливо, дає можливість за рахунок використання узагальнюючих параметрів, яким нема аналогів серед дійсних, розповсюджувати рішення задачі на широке коло динамічно подібних пристроїв. І також було досліджено вплив на періоди робочого циклу привода різних факторів, що суттєво змінюють динамічні характеристики пневматичного циліндра двосторонньої дії (швидкодію і точність позиціонування). Результати розрахунків показують, що при прийнятому схемному рішенні роботи привода, плавність гальмування зберігається практично на всьому діапазоні.

3. СТАРТАП-ПРОЕКТ ЗВАРЮВАЛЬНОГО ВЕРСТАТА З ДОДАТКОВИМИ ПНЕВМАТИЧНИМИ ЦИЛІНДРАМИ

Ціллю даного розділу є проведення маркетингового аналізу стартап-проекту для того, щоб визначити принципові можливості його ринкового впровадження та можливих напрямів реалізації цього впровадження.

3.1. Опис ідеї проекту

У таблиці 3.1. надається інформацію про зміст ідеї, можливі напрямки застосування та основні вигоди, які може отримати користувач товару

Таблиця 3.1. – Опис ідеї стартап- проекту

Зміст ідеї	Можливе застосування	Можливі вигоди
Додаткові пневматичні циліндри замість механіки	Зварювальні верстати	Підвищити точність позиціонування
		Зменшити час на позиціонування
		Підвищення ефективності та зменшення собівартості виробництва

У таблиці нижче 3.2. зроблено аналіз технічних та економічних переваг ідеї порівняно із пропозиціями конкурентів.

Таблиця 3.2 -Аналіз технічних та економічних переваг

	Техно- економіч і ха-ка	Потенційні концепти конкурентів				Слабк а сторо на	Сильн а сторо на	Нейтраль на сторона
		Мій верста т	Дискрет ні системи	Механіч ні системи	Гідравліч ні системи			
1	Точність позионува ння в %	94	86	83	91	ні	так	ні
2	Вартість тис. грн.	8	12	15	9	ні	так	ні

Аналіз слабких, сильних та нейтральних сторін технічних та економічних характеристик ідей дозволяє зробити висновок, що дана ідея (стартап) може бути конкурентоспроможною.

3.2. Технологічний аудит ідеї проекту

Оскільки моя ідея полягає в новому технологічному способі позиціонування зварювальних пристроїв та вихідного штока для позиціонування, то аудит може мати такі варіанти рішення:

- Всі комплектуючі зроблені з металу, тому що це найбільш вигідно в наш час
- Втілити нашу ідею можна вручну, або за допомогою оботизованої техніки.

3.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

В даному пункті необхідно визначити ринкові можливості, які можна використовувати під час впровадження проекту на ринок, і ринкові загрози, які можуть перешкодити реалізувати проект. Також це дозволяє спланувати напрямки розвитку проекту по урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів і пропозицій проектів-конкурентів.

Спочатку потрібно провести аналіз попиту: наявність попиту, обсяг, динаміка розвитку ринку.

24	Лип	Мо	Північ	Лет		59

Таблиця 3.3. - Попередні характеристики потенційного ринку для впровадження стартап-проекту

№	Показники стану ринку	Характеристика
1	Динаміка ринку	Росте
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	1,5 млн. дол.
3	Середня норма рентабельності в галузі, %	18%
4	Кількість головних гравців, од	8
5	Наявність обмежень для входу	Немає
6	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Безпека машин та приводи гідравлічні. Загальні правила і вимоги безпеки для систем і їх компонентів

Наступним кроком визначаються потенційні групи клієнтів та їх характеристики, та формується орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи.

Таблиця 3.4. - Характеристика потенційних клієнтів

Цільова аудиторія	Потреба ринку	Вимоги споживачів	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів
1) Станко - будівництва; 2) Загальна промисловість;	Підвищення точності позиціонування заготовок	2) Ремонтна-придатність 3) Швидка окупність 1) Легке встановлення системи	1) Різні потужності Виробництва 2) Різний тип обладнання;

Після того, я ми визначили потенційні групи клієнтів, проводиться аналіз ринкового середовища та складаються таблиці факторів, що сприяють ринкової впровадженню проекту, і чинників, йому перешкоджають

Таблиця 3.5. - Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Підвищення точності позиціонування	Скорочуються витрати на наладку системи	Перехід на систему даного типу для всіх етапів виробництва, де необхідне точне позиціонування та зварювання
2	Зменшення витрат на виробництво	Зменшення собівартості Продукту, який випускається	Зниження вартості вихідного продукту

Таблиця 3.6. - Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Вартість	Вартість виготовлення вище у порівнянні з іншими типами	Відмова від роботи
2	Строк служби	Строк служби має бути більшим ніж строк окупності системи	Замінити постачальника

Далі ми проводимо аналіз пропозиції та визначаємо загальні риси конкуренції на ринку

Таблиця 3.7. - Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність компанії
За рівнем конкурентної боротьби - локальний або національний	Національна	Національна конкуренція сприяє впливанню капіталів і товарів державою та інвесторами, створює конкурентну боротьбу
2. Конкуренція за видами товарів	Товарно-родова	Конкуренція між різними видами товарів, які можуть виконувати подібні функції.
3. Тип конкуренції	монополістична	Нові виконавці часто відчують труднощі з новими речами для покупців торговельними марками і послугами.
4. За інтенсивністю	Марочна	Ситуація, де на ринку компанія розглядає як своїх конкурентів компанії, які пропонують подібний продукт.
5. За галузевою ознакою	Внутрішньогалузева	Сприяла зниженню витрат виробництва, впровадженню НТП, підвищенню ефективності виробництва.
6. За характером конкурентних переваг	Нецінова	Головною конкурентною перевагою є точність позиціонування.

Зм	Лри	Мо	Підви	Лат

Після того, як ми проаналізували конкуренцію, ми проводимо детальний аналіз умов конкуренції в галузі

Таблиця 3.8. - Аналіз конкуренції в галузі

Складові аналізу	Прямі конкуренти	Потенційні конкуренти	Клієнти	Постачальники	Замінники
	На ринку ми бачемо тенденцію, до збільшення кількості підприємств і посилення конкуренції серед них на ринку.	Бар'єри входу на ринок являються порівняно незначними.	Споживачі мають широкий обсяг на всьому світі	Існує чітка залежність від постачальників як якості продукції, так і можливих обсягів її виробництва.	На даний момент конкуренція не відчувається

Висновок. Отже ми можемо зазначити, що існує невелика боротьба з боку конкурентів, однак все одно є можливості виходу на глобальний ринок, тому що в нашій продукції існує більше плюсів.

На основі аналізу конкуренції, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту, вимог споживачів до товару та факторів маркетингового середовища, визначається та обґрунтовується перелік факторів конкурентоспроможності .

Таблиця 3.9. - Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування
1	Ціна	Оскільки такий спосіб позиціонування є не дуже дорогим, то ціна на товар є одним з засобів ведення конкурентної боротьби. Тому чим вигіднішою є ціна для споживача, тим вірогідніше його вибір
2	Маркетинговий бюджет	Маркетингові заходи мають забезпечувати певні конкурентні переваги такі, як рівень диференціації, лояльності, репутація виробника, дистрибуція та просування
3	Унікальність	В умовах монополістичної конкуренції, важливим є створення та підтримання унікального позиціонування, що створює певний захист від конкурентних зіткнень.

Останнім етапом ринкового аналізу можливостей реалізації проекту є складання SWOT-аналізу, матриці аналізу сильних і слабких сторін, загроз і можливостей на основі виділених ринкових загроз і можливостей, і сильних і слабких сторін. Перелік ринкових загроз і ринкових можливостей складається по основі аналізу факторів загроз та факторів можливостей маркетингового середовища. Ринкові загрози та

ринкові можливості є наслідками певного впливу факторів, і на відміну від них, ще не є реалізованими на ринку та мають ймовірність здійснення.

Таблиця 3.10. - SWOT-аналіз проекту

Сильні сторони:

- Унікальне позиціонування;
- Поліпшення техніко-економічних показників установок
- низька ціна в порівнянні з конкурентами
- Великий попит

Слабкі сторони:

- Слабке самозабезпечення фінансовими ресурсами;
- Мала кількість кваліфікованого персоналу
- Відсутність чітко вираженої маркетингової стратегії, непослідовність в її

реалізації.

Загрози:

- Зростання цін на обанання
- Економічний спад
- Активність конкурентів

Можливості:

- Можливість збільшення обсягів реалізації системи
- Можливість збільшення обсягів продажів за рахунок впровадження ще більш

точних систем позиціонування

- Використання інновацій

3.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розробка ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів

Таблиця 3.11. - Вибір цільових груп потенційних споживачів

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент	Орієнтовний попит в межах цільової групи
1	Будівельна промисловість	+	середня	середня	високий
2	Станко – будівництва	+	середня	середня	високий
Обрані обидві цільові групи потенційних споживачів					

За результатами аналізу потенційних груп споживачів визначена

стратегія охоплення ринку: компанія працює з усім ринком, пропонуючи стандартизовану програму, значить використовується диференційований маркетинг. Для роботи в обраних сегментах ринку нам необхідно сформулювати базову стратегію розвитку.

Таблиця 3.12. - Визначення базової стратегії розвитку

№ п/п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції
1	Розвиток товару	Диференційований маркетинг	Стратегія диференціації	Відмітні властивості товару і завойована прихильність клієнтів захищають фірму і від товарів-замінників
2	Розвиток ринку	Масовий маркетинг	Стратегія лідерства по витратах	Низькі витрати створюють бар'єр входу для нових конкурентів і одночасно хороший захист проти товарів-замінників
3	Більше проникнення на ринок	Концентрований маркетинг	Стратегія спеціалізації	Задоволення потреб вибраного цільового сегменту краще, ніж конкуренти

6

--	--	--	--	--

Таблиця 3.14. - Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами
1	Підвищення точності позиціонування	Підвищення якості роботи	Легкість в обслуговуванні
2	Зменшення витрат на систему	Зниження собівартості	Невелика вартість системи

Також важливим моментом є визначення цінових меж, якими необхідно керуватися при встановленні ціни на потенційний товар, яке передбачає аналіз ціни на товари-аналоги або товари субститути, а також аналіз рівня доходів цільової групи споживачів. Аналіз проводиться експертним шляхом.

Таблиця 3.15. - Визначення меж встановлення ціни

Рівень цін на товари- замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар	Рівень доходів цільової групи споживачів
11-13 тис. дол.	30-36 тис. дол.	10-12 тис. дол. на ступінь	2.1 млрд. дол.

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення: вибір та обґрунтування виду посередників, вибір та обґрунтування оптимальної глибини каналу збуту, проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників

6

Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Глибина каналу збуту	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Оптимальна система збуту
характерно для наукомістких галузей з специфічним і (або) дорогим товаром, який може бути придбаний обмеженим числом споживачів, вимагають специфічних компонентів для свого фінального продукту машинобудування з виробництвом в індивідуальними замовленнями або дрібними серіями	Канал нульового рівня	Просування на ринок подібних продуктів в рамках даної системи збуту не вимагає яких- або широкої реклами. скоріше потрібно одного разу з'ясувати, з потенційних покупців інновацій може в них потребу і яка поточна платоспроможність даного клієнта.	Канал складається з виробника, який продає свій товар безпосередньо споживачам

Останнім фактором маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів

6

Специфікація цільових клієнтів	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення	Канали комунікації, якими користуються цільові клієнти
науки і техніки в галузі з специфічним і (Або) дорогим товаром, який може бути придбаний обмеженим числом споживачів	конкурентну позицію, засновану на демонстрації переваг товарів компанії на товарних ринках конкурентів.	отримати можливість в декілька разів збільшити обсяг продажу своїх товарів	Головними елементами структури реклами є тема реклами і девіз рекламної кампанії.	Включають в себе пряму поштову розсилку, замовлення по друкованим каталогам і продаж в режимі он-лайн.

3.6 Висновок до розділу 3

Мною були проведені аналізи можливостей ринкового проекту. За результатами аналізу було виявлено, що технологічна реалізація проекту можлива. Були визначені його сильні та слабкі сторони.

Отже, можна також зробити висновок, що даний ринок є привабливим для входження через невелику вартість та високу ефективність технології. Також можна зробити висновою, що не маж дуже великих бар'єрів входження на ринок.

4. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Аналіз службового призначення та умови роботи деталі у вузлі.

Шток Ц63-3405121 входить до складу пневмоциліндра ESNU для позиціонування електрода у зварювальному верстаті. Вихідною ланкою є шток, який здійснює зворотно-поступальні рухи. За допомогою пневмоциліндра енергія робочої рідини перетворюється в механічну енергію переміщення штока щодо корпусу циліндра. Через шток виконуючий елемент отримує поступальний рух. В якості виконуючого елемент виступає вилка. Шток призначений для передачі зусилля від поршня на вилку, потім на позиціонер.

Деталь шток складається із стрижня з різьбою з обох боків та пазу під гумове кільце. Деталь має нескладну конструкцію.[2]

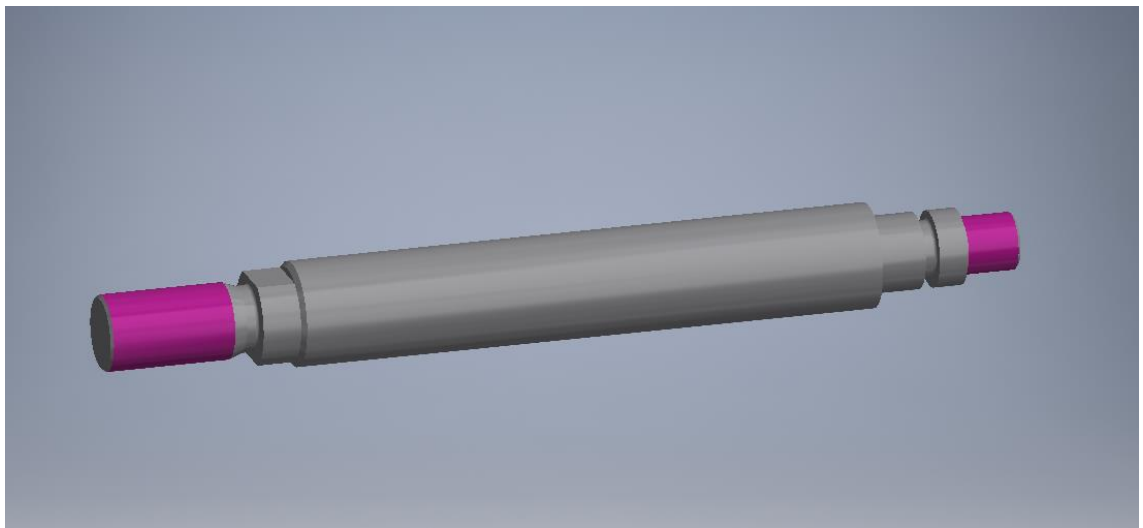


Рис.4.1 3D модель деталі “ шток”

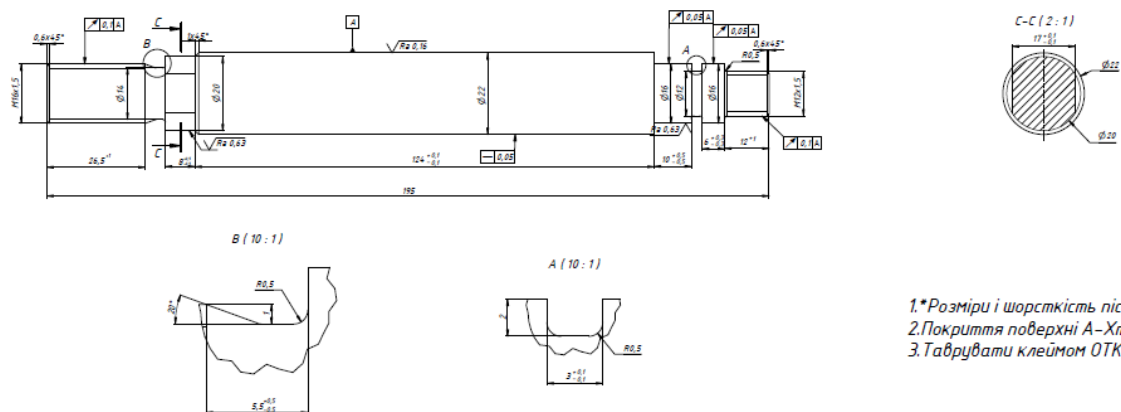


Рис. 4.2 Кресленник деталі “ шток”

Матеріал деталі - конструкційна вуглецева сталь 45 (ГОСТ 1050-88) широко використовується для виготовлення різних видів і типорозмірів шестерень, колінчастих і розподільних валів, шпинделів, що працюють в умовах які вимагають підвищену міцності і зносостійкості.

Таблица 3.1.1 - Хімічний склад сталь 45 (ГОСТ 1050-88).

C, %	Si, %	Mn, %	S (% не більше)	P (% не більше)	Cr, (% не більше)
0,42-0,50	0,17-0,37	0,5-0,8	0,04	0,035	0,25

Таблица 3.1.2 - Механічні властивості сталь 45 (ГОСТ 1050-88).

Межа міцності σ_v , МПа	Межа текучості σ_m , МПа	Відносна видовження δ , %	Відносне звуження ψ , %	Твердість до термообробки HB, МПа	Питома вага, г/см ³	Модуль пружності, МПа
530	275	15	57	217	7,8	$2,1 \cdot 10^5$

Виходячи з службового призначення деталі, проведемо аналіз технічних умов її виготовлення.

Високі вимоги пред'являються до поверхні $\varnothing 22f9$ на яку призначається також допуск прямолінійності. Для підвищення фізичних властивостей поверхневого шару цю поверхню деталі піддають гартуванню ТВЧ на глибину 1,5 мм до 40 HRCe. Також її піддають хромуванню, яке збільшує зносостійкість поверхонь тертя, захищає їх від корозії, а також є способом захисно-декоративного оздоблення. Для збільшення терміну служби елементів ущільнювачів поверхню піддають поліруванню до хромування і після, в результаті чого отримуємо шорсткість Ra 0,16.[1]

При роботі пневмоциліндра шток відчуває навантаження різного характеру: стиснення, розтягнення, вигин. Для того щоб лімітувати ці значення на кресленні проставлені допуски на радіальне биття торця щодо циліндричної поверхні, так як при недотриманні даного допуску форми може відбутися заклинювання штока в гідроциліндрі, що викличе підвищені навантаження на шток.

Заготовка виготовляється зі сталі 45, за основу береться прут дфматром 26 мм

4.2 Визначення типу виробництва та аналіз його впливу на завдання технологічного підготовки виробництва

Тип виробництва – це класифікаційна категорія виробництва, що виділяється за ознаками широти номенклатури, регулярності та обсягу випуску виробів.

Однією з основних характеристик типу виробництва є коефіцієнт закріплення операцій (Кзо), який визначається як відношення кількості всіх операцій, що виконуються або повинні виконуватись протягом базового відрізка часу до загальної кількості робочих місць.

Коефіцієнт закріплення операцій – це відношення числа всіх різних технологічних операцій, які виконано чи належить виконати протягом місяця, до числа робочих місць. (ДСТУ 2974-95).

Зм	Лри	Мо	Підпис	Лат		73

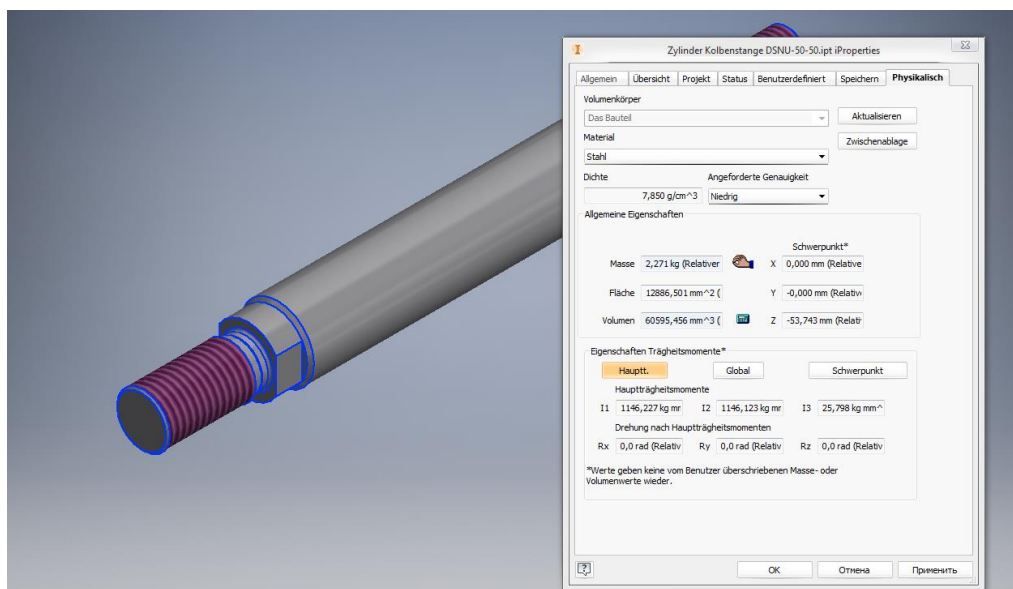
Операція – це закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці, над однією деталлю, одним або кількома інструментами, одним або групою робітників (ДСТУ 2391-94).

Робоче місце — це елементарна одиниця виробничої структури, що містить частину простору виробничого підрозділу, яка потрібна для здійснення трудової операції та оснащена матеріально-технічними засобами, використовуваними в процесі праці (ДСТУ 2960-94).

Коефіцієнт закріплення операції розраховується за формулою:

$$K_{3.o} = \frac{\sum_{i=1}^n ОП_i}{\sum_{j=1}^n РМ_j} \quad (1.1)$$

де $K_{3.o}$ - коефіцієнт закріплення операції, розрахований на місяць; $ОП$ - загальна кількість операцій, які виконуються на дільниці на протязі місяця; $РМ$ – кількість робочих місць на дільниці, які виконують відмінні технологічні операції[39]



Масу деталі знаходимо за допомогою програмного продукту Autodesk Inventor, попередньо побудувавши тривимірну модель деталі «Шток» (рис 1.3).

Оскільки на даному етапі роботи ще невідомо ні кількість всіх операцій, ні кількість робочих місць, то неможливо визначити коефіцієнт закріплення операцій, та доцільно використовувати аналогові методи визначення типу виробництва

6

Таблиця 3.2.1 Визначення типу виробництва

Тип виробництва	Річний обсяг випуску деталей одного найменування, шт		
	легкі, масою до 20 кг.	середні, масою 20...30 кг.	важкі, масою більше 30 кг
Одиничне	до 100	до 10	1...5
Мало серійне	101...500	11...200	6...100
Середньосерійне	501...5000	201...1000	101...300
Великосерійне	5001...50000	1001...5000	301...1000
Масове	більше 50000	більше 5000	більше 1000

Отже, для зазначених вище умов, приймаємо середньосерійний тип виробництва[4]

Серійне виробництво – тип виробництва, що характеризується одночасним виготовленням на підприємстві обмеженої номенклатури однорідної продукції, випуск якої періодично повторюється протягом тривалого періоду (ДСТУ 2960-94).

Для середньо серійного типу виробництва встановлено, що коефіцієнт закріплення операцій визначається наступним діапазоном $10 \leq K_{30} \leq 20$. Для подальшого вирішення завдань технологічного підготовки виробництва, приймаємо величину коефіцієнта закріплення операцій $K_{30} = 15$.

Тип виробництва для традиційного машинобудівного виробництва визначає вид верстатного обладнання, інструментального забезпечення, систему верстатних пристроїв та певну систему проектування технологічних процесів. Враховуючи що в сучасному машинобудівному виробництві все більше використовують верстатні системи числового програмного управління (ЧПУ), то вплив типу виробництва на технологічне проектування значно зменшується, оскільки такі верстати мають широкі технологічні можливості, високу гнучкість і забезпечуються спеціалізованими системами пристроїв та системами інструментального

забезпечення, а відповідно вимагають проектування операційного технологічного процесу (управляючих програм) незалежно від типу виробництва.

Висновок. Технологічну підготовку виробництва будемо виконувати для середньосерійного типу виробництва з коефіцієнтом закріплення операцій $K_{zo} = 15$.

4.3. Короткий аналіз технологічності конструкції деталі

Аналіз деталі на технологічність - комплекс заходів щодо виявлення тих конструктивних факторів, які можуть викликати труднощі при виготовленні або збільшенні витрат на виготовлення деталі.

Основна мета аналізу технологічності конструкції оброблюваної деталі - можливе зменшення трудомісткості і металоємності, можливість обробки деталі високопродуктивними методами[40]

Матеріал деталі - сталь 45, механічна обробка якого не викликає складнощів при обробці твердим сплавом (коефіцієнт відносної швидкості різання $k = 1,0$). Ця сталь в порівнянні з низьковуглецевими має більш високу міцність при більш низькій пластичності. У зв'язку з цим її слід застосовувати для виготовлення невеликих деталей або більших, але не вимагають наскрізної прокаліваємості. Більшість поверхонь деталі мають гарний доступ для обробки на верстатах і безпосереднього вимірювання. До складно оброблюваних поверхонь відноситься поверхню під підшипник внаслідок наявності високого квалітету. Деталь має довгу циліндричну поверхню, яку зручно базувати в призму. При використанні базування в призму не дотримується принцип єдності баз. Деталь нежорстка, тому застосування високопродуктивних методів обробки недоцільно. Відношення довжини до діаметра перевищує 10. У конструкції штока немає місць різких змін форми. Зменшення діаметральні розмірів шийок від середини до кінця вала. Обробці піддаються всі поверхні заготовки крім зовнішньої поверхні вушка. Звідси робимо висновок, що по даному параметру деталь не технологічна. Всі поверхні можна отримати шляхом використання стандартного інструменту. Для отримання деталі з

необхідною точністю розмірів, форми, взаємного розташування, а також величини шорсткості можна застосовувати верстати нормального і підвищеного класу точності. Коефіцієнт використання металу високий і становить 91%. За цим параметром деталь технологічна.

4.4 Проектування виду та методу виготовлення заготовки.

Важливим етапом підготовки до проектування технологічного процесу виготовлення деталей машин, який значною мірою визначає всі наступні рішення, є етап вибору виду та способу виготовлення заготовки. Вибір виду та способу виготовлення заготовки визначає величину припусків для оброблення поверхонь, особливості видалення поверхневих шарів матеріалу на етапі чорнового оброблення, величину залишкових напружень, які будуть вимагати включення в технологічний процес операцій термічного оброблення для їх зменшення та вирівнювання в поперечних перерізах робочих поверхонь[41]

В сучасному машинобудівному виробництві освоєні технологічні процеси виготовлення заготовок наступними видами:

- литтям;
- пластичним деформуванням;
- відділенням (відрізанням або вирізанням) від стандартного сортового прокату (прутків, плит, листів, складних профілів);
- методами порошкової металургії;
- комбінованими методами, коли окремі частини заготовки виготовляються литтям, або пластичним деформуванням, а їх з'єднання виконується зварюванням.[3]

Разом з тим, необхідно приймати до уваги, що до теперішнього часу практичну більшість заготовок для машинобудівного виробництва виготовляються литтям або пластичним деформуванням.

Для визначення виду виготовлення заготовки необхідно, в першу чергу, прийняти до уваги фізико-механічні характеристики конструкційного матеріалу, конструктивні особливості деталі та її умови роботи в вузлі. Для виготовлення заготовок деталей машин використовують переважно дві великі групи матеріалів, а саме: конструкційні сталі та чавуни. Відповідно до їх фізико-механічних характеристик для виготовлення заготовок з конструкційних сталей використовують технологічні процеси пластичного деформування, а для заготовок з чавунів технологічні процеси лиття.

Правильний вибір виду заготовки здійснює значний вплив на трудомісткість виготовлення деталі, розхід матеріалу і собівартість процесу виготовлення деталі. Спосіб отримання заготовок повинен бути таким, щоб забезпечити можливість подальшої механічної обробки і забезпечити відповідність деталі вимогам робочого креслення, витримавши при цьому на виробництво мінімальні затрати.

Заготовкою для отримання деталі в базовому варіанті є стандартний прут діаметром 22 мм.

При призначенні методу обробки слід прагнути до того, щоб одним і тим же методом оброблялося, можливо, більшу кількість поверхонь заготовки, що дає можливість розробити операції з максимальним поєднанням обробки окремих поверхонь, скоротити загальну кількість операцій, тривалість циклу обробки, підвищити продуктивність і точність обробки заготовки.

Обробку поверхонь зробимо чистовим розгортанням (обґрунтування вибраних методів описано нижче). Обґрунтування вибору методів обробки будемо виробляти на основі необхідних величин уточнення КУ розрахованих по допускам лінійних розмірів відповідних поверхонь.

При виборі методів обробки будемо користуватися довідковими таблицями економічної точності обробки, в яких містяться відомості про технічні можливості різних методів обробки[46]

Виберемо методи для обробки циліндричної поверхні штока. Необхідно отримати розмір $\varnothing 22_{f9}$ мм. (IT9, Ra0,16):

Зм	Лри	Мо	Пі	Лат		78

- обточування чорнове (IT14);
- обточування напівчистове (IT12);
- обточування чистове (IT10);
- обточування тонке (IT8).

Вибираємо такі методи обробки, тому що точіння найбільш дешевий метод обробки, не вимагає спеціального інструменту та обладнання і дозволяє отримати необхідний квалітет розмірної точності. Остаточний необхідний розмір отримуємо поліруванням, тому що необхідно забезпечити шорсткість поверхні Ra0,16, а також високий допуск прямолінійності поверхні вказаний на кресленні деталі, а тонким точінням це зробити неможливо.[5]

Необхідний коефіцієнт уточнення:

$$K_y = \frac{\partial_{заг}}{\partial_{дет}} = \frac{2}{0,052} = 38,5$$

Розрахункова величина уточнення за обраним маршрутом обробки:

$$K_{y.расч.} = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 = 1,6^3 \cdot 1,6^2 \cdot 1,6^2 \cdot 1,6 = 42,9$$

Так як виконується умова $K_{y. розр.} \geq K_y$ тому, необхідна точність буде забезпечуватися обраними методами обробки.

Обрані методи зведемо в таблицю.

Зм.	Лри	Мо. лри	Пілля	Лет		79

Таблиця 3.4.1. - Вибір методів обробки.

№	Поверхня, розмір в мм	Кваліте т	Шорсткіст ь, мкм	Методи обробки
1	Циліндрична поверхня штока Ø22f9	f9	Ra0,16	Заготовка 17 кв .; Обточування чорнове; Обточування напівчистове; Обточування чистове; Обточування тонке; Шліфування.
2	Циліндрична поверхня штока Ø20f9	f9	Ra0,63	Заготовка 17 кв .; Обточування чорнове; Обточування напівчистове; Обточування чистове; Обточування тонке; Шліфування.
3	Циліндрична поверхня штока Ø16h14	h14	Ra0,63	Заготовка 17 кв .; Обточування чорнове; Обточування напівчистове; Обточування чистове; Обточування тонке; Шліфування.
4	товщина вушка 17f9	f9	Ra12,5	Заготовка 17 кв .; фрезерування чорнове.
5	Відстань між Ø16h14	Js11	Ra2,5	Заготовка 17 кв .; Обточування чорнове; Обточування напівчистове.
6	Фаски 0,6x45° на валу Ø16 h14	h14	Ra12,5	Заготовка 17 кв .; Обточування чорнове;
7	Відстань між вушком 17f9 та початком різьби	Js11	Ra2,5	Заготовка 17 кв .; Обточування чорнове; Обточування напівчистове.
8	Фаска 1x45° на валу Ø22 h14	h14	Ra12,5	Заготовка 17 кв .; Обточування чорнове;
9	Різьба M16•1,5	6g	Ra12,5	Заготовка 17 кв .; Обточування чорнове; Різьбовій різець.
10	Різьба M12•1,5	6g	Ra12,5	Заготовка 17 кв .; Обточування чорнове; Різьбовій різець.

4.5 Обґрунтування вибору технологічних баз для технологічного процесу виготовлення деталі

Алгоритм обґрунтування вибору технологічних баз передбачає послідовне виконання таких етапів:

- обґрунтування вибору загальних технологічних баз (ЗТБ);
- обґрунтування вибору технологічних баз (ТБ) для перших операцій технологічного процесу (ТП);

4.5.1 Обґрунтування вибору загальних технологічних баз

Розглянемо основні поверхні деталі виходячи з її службового призначення. Для цього пронумеруємо всі поверхні деталі.

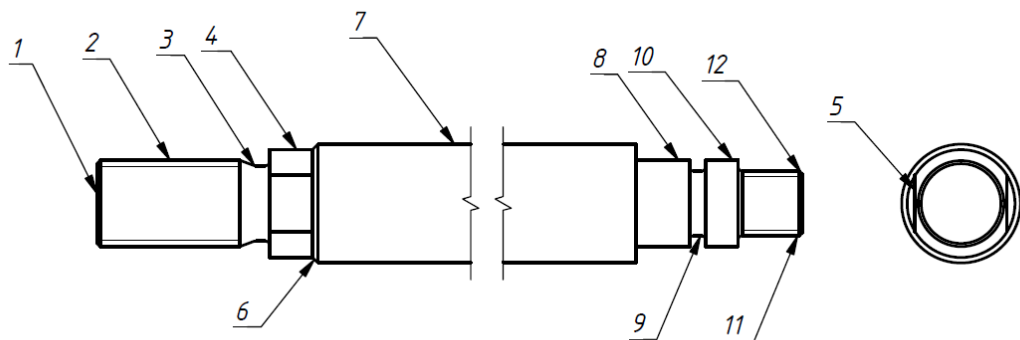


Рисунок 4.5.1- Основні поверхні деталі.

Основні конструкторські поверхні, що застосовуються для базування деталі в механізмі.

Основними конструкторськими поверхнями є: поверхні 7, 8, 10

Допоміжні конструкторські поверхні, що застосовуються для базування інших деталей в механізмі. Такими поверхнями будуть: поверхні 2, 7, 12.

Виконавчі поверхні, за допомогою яких деталь виконує свої функції в механізмі: 2,3,4.

Вільні поверхні призначені для обмеження розміру деталі і додання їй певної форми, їх розмір і форма вибирається довільно. Такими поверхнями є: 2,4,7,8,10.[6]

4.5.2 Обґрунтування вибору технологічних баз для перших технологічних операцій

Вибір баз для механічної обробки виробляємо з урахуванням досягнення необхідної точності взаємного розташування поверхонь деталі, по лінійних і кутових розмірів, забезпечення доступу інструментів до оброблюваних поверхонь[42]

В процесі обробки вала пропонуємо використовувати такі схеми базування:

Чистовими базами на подальших операціях механічної обробки будуть служити штучні технологічні бази у вигляді центрових отворів. Установка деталі в центру на токарних і шліфувальних верстатах дозволяє забезпечити доступ до більшості оброблюваних поверхонь штока. При використанні центрових отворів можна дотримуватися принцип сталості технологічних баз на більшості операцій технологічного процесу обробки штока. При токарній, шліфувальній обробки зовнішнього контуру штока будемо базувати його в центрах з повідцем (причому передній центр буде плаваючий). Така схема базування дозволяє поєднати вимірювальну і технологічну бази.

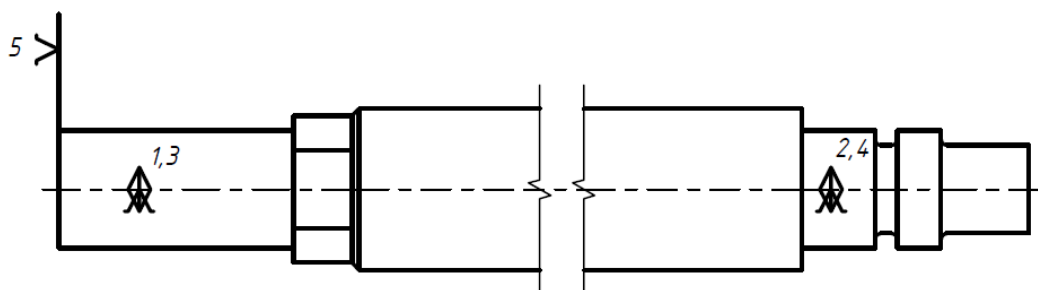


Рисунок 3.5.2 - Схема базування при обробці циліндричної поверхні штока.

При обробці площини вушка і отворів базування будемо здійснювати по начисто обробленій циліндричній поверхні штока шляхом установки за допомогою двох рівномірно-сходяться призм, упору і доопрацювання, по торця за допомогою упору і по одній з площин вушка. Дана обробка здійснюється за допомогою відкидного опора. Даний метод базування будемо використовувати також для обробки шліфуванням довгої циліндричної поверхні.

Найбільш зручною настановної базою для обробки штучних баз є поверхня циліндрична поверхня штока, так як вона найбільш розвинена і дозволяє обробити торець штока і чистові бази прийнятим методом. Заготовку закріплювати будемо в дві рівномірно сходяться призми.

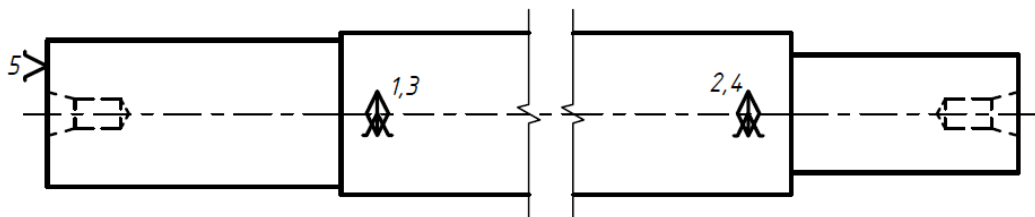


Рисунок 3.5.3 - Схема базування при обробці торця штока і центрових отворів.

4.6. Вибір послідовностей оброблення поверхонь деталі на різних етапах технологічного процесу.

На даному етапі розробляється загальний план обробки деталі, визначається зміст операцій технологічного процесу. При цьому заповнюються маршрутні карти технологічного процесу.

При складанні маршруту обробки будемо користуватися базовим технологічним процесом, а також слід враховувати наступні положення:

Зм.	Лри	Мо. лри	Пілля	Лат		83

-кожна наступна операція повинна зменшити похибка і поліпшити якість поверхні;

-в першу чергу слід обробляти ті поверхні, які будуть служити технологічними базами для наступних операцій;

-Обробка поверхонь ведеться в послідовності, зворотній їх ступеня точності;

-не рекомендується поєднання чорнової і чистової обробки інструментом на одному і тому ж верстаті;

-технічний контроль намічають після тих етапів обробки, де ймовірно підвищення кількості шлюбу, перед складними дорогими операціями, а також в кінці обробки деталі[43]

Прийнявши до уваги вищезазначене, сформулюємо особливості технологічного маршруту обробки деталі "шток":

-в першу чергу слід обробити штучні бази, так як вони будуть служити технологічними базами для подальших операцій;

На підставі перерахованих вище особливостей можна скласти послідовність переходів механічної обробки «штока»:

1. Фрезерування торців.
2. Свердління центрових отворів з двох сторін.
3. Обточування циліндричної частини чорнове.
4. Обточування циліндричної частини чистове.
5. Обточування циліндричної частини тонке.
6. Обточування ступінчастою частини штока чорнове.
7. Обточування ступінчастою частини штока напівчистове.
8. Фрезерування канавок і фасок чорнове.
9. Зенкування двох фасок під різьбу.
10. Фрезерування паза.
11. Загартування ТВЧ.
12. Полірування попереднє.
13. Хромування.
14. Полірування чистове.

З огляду на недоліки базового технологічного процесу вибрані методи обробки поверхонь і тип виробництва виберемо попередньо тип обладнання:

-точіння циліндричної частини штока будемо виконувати на токарному верстаті з ЧПУ, що забезпечить високу продуктивність і концентрацію операцій.

-оброблення вушка штока будемо виробляти на горизонтально-фрезерному верстаті з ЧПУ.

-шліфування циліндричної поверхні штока будемо виконується на верстаті.

За загальними ознаками (однакове устаткування, схеми базування, ріжучий інструмент і ін.) Об'єднаємо переходи в операції. Виділимо наступні операції:

Операція 005 - Фрезерно-центрувальна (перехід 1-2).

Фрезерувати торець, центрувати торці.

Операція 010 - Токарна з ЧПУ (перехід 3-7).

Точити ступінчасту поверхню штока, нарізати різьбу.

Операція 015 - Горизонтально-фрезерна з ЧПУ (перехід 8-10).

Фрезерувати площину вушка та фрезерування паза.

Операція 020 - слюсарна

Зачистити задирки і притупити гострі кромки на фрезерованих поверхнях.

Операція 025 - Загартування ТВЧ (перехід 11).

Загартувати циліндричну поверхню штока.

Операція 030 - Виправлення

Правити циліндричну поверхню штока на пресі.

Операція 035 - Круглошліфувальна (перехід 12).

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		85

Полірувати поверхню під хромування.

Операція 040 - Хромування (перехід 13).

Хромувати циліндричну поверхню штока.

Операція 045 - Круглошліфувальна (перехід 14).

Полірувати поверхню після хромування.

Операція 050 - Промивання

Промити деталь в содовому розчині.

Операція 055 - Контроль приймальний.

4.7. Проектування змісту технологічних операцій.

На цьому етапі остаточно визначається склад і порядок виконання переходів в межах кожної технологічної операції, проводиться вибір моделей обладнання, верстатних пристосувань, ріжучих і вимірювальних інструментів.

Операція 005 - Фрезерно-центрувальна

1. Встановити і закріпити заготовку в призмі.
2. Фрезерувати торець, витримуючи розмір $195 \pm 0,8$.
3. Центрованим торці одночасно за формою А 3.15 ГОСТ 14034-74, витримуючи розміри $3,9^{+0,5}$; $3,07 \pm 0,24$.
4. Зняти деталь.

Вибираємо послідовність виконання операції-застосуємо послідовно-паралельний принцип, так як при його використанні у нас зменшиться основний час на обробку деталі.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		86

Зробимо вибір ріжучого інструменту - обробку торців здійснюємо торцевою фрезою. Для вибору торцевої фрези розрахуємо найбільш оптимальний її діаметр в залежності від оброблюваної поверхні: $D=1,5 \cdot d=1,5 \cdot 22=44 \text{ мм}$

Де D-діаметр фрези;

d-діаметр оброблюваної поверхні.

З стандартного ряду фрез вибираємо найближчим найбільше значення:

Так як мінімальним діаметром фрези зі стандартних є $\varnothing 3$ то будемо використовувати саме його. Остаточню вибираємо $\varnothing 3$ ГОСТ 21461-10-88 зі вставними ножами 03305-3А, матеріал - Т15К6. Торці обробляються за допомогою свердла 2317-0106 ГОСТ 14952-75, матеріал - швидкорізальна сталь Р6М5[19]

Виберемо вимірювальний інструмент. Для контролю розміру $195 \pm 0,8$ - довжини отриманої після обробки заготовки застосовується штангенциркуль ШЦ II-400-0,1 ГОСТ 166-89 з ціною поділки 0,1 мм, діапазоном вимірювання 0-400 мм., Похибкою вимірювання 0,2 мм . Похибка вимірювання інструменту не повинна перевищувати приблизно третини допуску контрольованої величини. У нашому випадку ця вимога виконується, а, значить, вимір може бути виконано з достатньою точністю.

Заготовка встановлюється в призму Е 91.000.

Використовуємо верстат ПРД-02.

Для інших операцій вибір ріжучого і вимірювального інструмента виробляємо аналогічно.

Операція 010 - Токарна з ЧПУ

1. Встановити і закріпити заготовку в центрах.

2. Точити ступінчасту поверхню штока витримуючи розміри:

-першої ступені $\varnothing 12_{-0,43}$; фаску $0,6 \cdot 45^\circ$; $5 \pm 0,1$

-другий ступені $\varnothing 16$; фаску $1,5 \cdot 45^\circ$

-третій ступені $\varnothing 20_{-0,43}$; фаску $1,5 \cdot 45^\circ$

-четвертій ступені $\varnothing 16_{-0,43}$; фаску $0,6 \cdot 45^\circ$; $5 \pm 0,1$ та канавку

3. Нарізати різьбу $M16 \cdot 1,5-6g$, витримуючи розмір $26,5^{+1}$.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		87

4. Нарізати різьбу $M12 \cdot 1,5-6g$, витримуючи розмір 12^{+1} .

5. Зняти деталь.

Вибираємо верстат 16K20Ф3. Даний верстат має 6-позиційну горизонтальну револьверну головку, що досить для установки необхідної кількості ріжучого інструменту. Верстат є нормальною ступеня точності, що досить для отримання необхідної якості поверхні.

Ріжучий інструмент - контурні різці з паралелограмними пластинками і кутом для обточування деталей по циліндру, торця і канавок (ГОСТ 20872-80, тип 1), оснащені пластинами зі сплаву T15K6 (для чорнового і напівчистового точіння). На чистових токарних операціях застосовуємо різці з твердосплавними пластинами T30K4 (чистове і тонке точіння). Інструмент з ріжучої частиною з твердого сплаву групи ТК рекомендовано використовувати саме для обробки сталевих заготовок[20]

Вимірювальний інструмент - ШЦ1-160-0,1 ГОСТ 162-80; ШЦ2-400-0,05 ГОСТ 166-89; Мікрометр МК25-2 ГОСТ 6507-78; Мікрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90; Кільце 8211-0082 6g ГОСТ 17763-72; Кільце 8211-1082 6g ГОСТ 17764-72; Зразок шорсткості Ra1,25 ГОСТ 9378-93.

Установка деталі проводиться в центрі (центр передній ПЦ 38.000, центр задній ПЦ 602.000).

Операція 015 - Горизонтально-фрезерна з ЧПУ.

1. Встановити і закріпити заготовку в пристрої.
2. Фрезерувати поверхню, витримуючи розміри 17 ± 1 ; кут 45° .
3. Повернути стіл.
4. Фрезерувати поверхню, витримуючи розміри 17 ± 1 ; кут 45° .
5. Переустановити деталь.
6. Фрезерувати паз $2^{+0,3} \cdot 3 \pm 0,1$ витримуючи розмір $3 \pm 0,1$, послідовно.
7. Зняти деталь.

Вибираємо верстат горизонтально-фрезерний 6904ВМФ2. Розміри робочої поверхні стола $500 \cdot 400$, що досить для обробки нашої деталі. Ємність

інструментального магазину 30 одиниць, що також задовольняє умовам. Розміри верстата 2790 • 2060 • 2000.

Ріжучий інструмент - для фрезерування площини штока фреза 2214-0001 45° ГОСТ 24359-80, матеріал фрези Р6М5; для обробки отвору в вушку використовуємо інструмент з матеріалу Р6М5; для фрезерування канавки будемо використовувати Т-образну фрезу з конічним хвостовиком ГОСТ 7063-72; для нарізання різі використовуємо мітчик 2620-1123 НЗ ГОСТ 3266-81, матеріал-Р6М5; для свердління 4 отворів спіральне свердло 2300-7551 Ø4,2 ГОСТ 10902-77, матеріал Р6М5; для зенкерування восьми фасок - зенковки 2353-0121 ГОСТ 14953-80; фреза 2250-0005 Н14 ГОСТ 3964-69.

Вимірювальний інструмент - штангенциркуль ШЦ-1-160-0,05-1 ГОСТ 166-89; калібр-пробка 8133-0934Js7 ГОСТ 14810-69; калібр на розмір 1,9 + 0,14 II 66.000-04; нутромер спеціальний 8146-НА Ø49,5 + 0,25; шаблон на розмір 21,5 + 0,13; пробка 8221-0027 6Н ГОСТ 17756-72; пробка 8221-1027 6Н ГОСТ 17757-72; штангенглибиномір ШГ-160 ГОСТ 162-80;.

Установку деталі здійснюємо в спеціальне пристосування Е 250.000.

Операція 020 – слюсарну

1. Встановити і закріпити заготовку в лещатах.
2. Зачистити задирки і притупити гострі кромки на фрезерованих поверхнях.
3. Калібрувати різьблення М16 • 1,5-6G.
4. Калібрувати різьблення М12 • 1,5-6G.
5. Зняти деталь.

Операція 025 - Загартування ТВЧ.

Операція 035 - Круглошліфувальна.

1. Встановити і закріпити заготовку в центрах.

Зм	Лри	Мо	Лри	Пі	Лри	89

2. Полірувати поверхню під хромування до $\varnothing 22$

3. Зняти деталь.

Для здійснення операції виберемо круглошліфувальний верстат 3М153. З максимальним діаметром під шліфування 140 мм., Максимальною довжиною оброблюваної заготовки 500 мм., Що задовольняє нашої заготовки. Габаритні розміри верстата 2700 • 2540 • 1950.

Для полірування будемо використовувати повстяний коло ГОСТ 17620-72 діаметром 125 мм і товщиною 15 мм.

Установка деталі проводиться в центру (центр передній 7032-0035 Морзе 5 ГОСТ 13214-79, центр задній 7032-0043 Морзе 6 ГОСТ 13214-79).

Вимірювальний інструмент - мікрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90; Зразок шорсткості Ra0,32 ГОСТ 9378-93.

Операція 040 – Хромування

Операція 045 - Круглошліфувальна.

1. Встановити і закріпити заготовку в центрах.

2. Полірувати поверхню під хромування до $\varnothing 22$

3. Зняти деталь.

Для здійснення операції виберемо круглошліфувальний верстат 3М153. З максимальним діаметром під шліфування 140 мм., Максимальною довжиною оброблюваної заготовки 500 мм., Що задовольняє нашої заготовки. Габаритні розміри верстата 2700 • 2540 • 1950.

Для полірування застосуємо повстяний коло ГОСТ 17620-72 діаметром 125 мм і товщиною 15 мм.

Установка деталі проводиться в центру (центр передній 7032-0035 Морзе 5 ГОСТ 13214-79, центр задній 7032-0043 Морзе 6 ГОСТ 13214-79).

Вимірювальний інструмент - мікрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90; Зразок шорсткості Ra0,16 ГОСТ 9378-93; скоба II 1006.000.

Зм.	Лри	Мо. лри	Піппи	Лет		90

Операція 055 - Контроль приймальний.

Установка деталі проводиться в центру (центр передній 7032-0035 Морзе 5 ГОСТ 13214-79, центр задній 7032-0043 Морзе 6 ГОСТ 13214-79).

Вимірювальний інструмент - мікрометр МК50-1 ГОСТ 6507-90; Зразок шорсткості Ra0,32 ГОСТ 9378-93.

Таблиця 3.7.1. - Відомість верстатного обладнання.

Найменування верстата	Модель	Розмір робочої поверхні стола	габаритні розміри			Маса, кг
			Довжина	Ширина	Висота	
Фрезерно-центрувальний	ПРД-02	-	2000	1750	1800	2250
Токарний	16К20 ФЗ	-	3360	1710	1750	4000
Горизонтально-фрезерний	6904В МФ2	320•250	2790	2060	2000	5082
Кругло-шліфувальний	3М153	-	2700	2540	1950	4000

4.8 Короткий опис вибору верстатного обладнання

Для обробляння загальних технологічних баз обираємо верстат 16K20Ф3



Рисунок 4.8.1 Токарний верстат 16K20Ф3

Характеристики верстага 16K20ФЗ:

Наименование параметра	16K20ФЗС32
Обозначение системы ЧПУ	2P22
Основные параметры станка	
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над станиной, мм	400
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия над суппортом, мм	220
Диаметр отверстия в шпинделе, мм	53
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	1000
Предельный диаметр сверления в стали, мм	25
Предельный диаметр сверления в чугуне, мм	28
Шпиндель	
Мощность двигателя главного движения, кВт	11
Количество рабочих скоростей шпинделя	22
Пределы чисел оборотов шпинделя, об/мин	12,5...2000
Количество автоматически переключаемых скоростей	9
Диапазон автоматического переключения	16
Диапазон скоростей шпинделя, устанавливаемый вручную, об/мин	Ряд I - 12,5...200 Ряд II - 50...800 Ряд III - 125...2000
Центр шпинделя передней бабки по ГОСТ 13214-67	7032 - 0043 Mopse №6
Центр пиноли задней бабки по ГОСТ 13214-67	7032 - 0045 Mopse №5
Конец шпинделя по ГОСТ 12593-72	6K
Подачи	
Наибольшее перемещение суппорта: продольное / поперечное, мм	900/250
Максимальная скорость продольной подачи при нарезании резьбы, мм/мин	2000
Пределы шагов нарезаемых резьб, мм	0,1...39,999
Диапазон скоростей продольных подач, мм/мин	3...2000
Диапазон скоростей поперечных подач, мм/мин	3...2000
Скорость быстрых продольных ходов, мм/мин	7000
Скорость быстрых поперечных ходов, мм/мин	4000
Дискретность продольного перемещения	0,002
Дискретность поперечного перемещения	0,002
Высота резца, мм	25
Количество позиций на поворотной резцедержке (число инструментов в револьверной головке)	6
Параметры системы ЧПУ	
Обозначение системы ЧПУ	2P22
Число координат	2
Количество одновременно управляемых координат	2
Разрешающая способность в продольном направлении (дискретность задания по оси Z), мм	0,001
Разрешающая способность в поперечном направлении (дискретность задания по оси X), мм	0,001
Тип датчика нулевого положения	
Тип датчика обратной связи	РОД-620
Тип резбонарезного датчика	РОД-620
Электродвигатель главного привода	A02-52-4СП43, M301 4A132M443, M301
Мощность двигателя главного привода, кВт	11
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	20
Суммарная мощность станка, кВт	22
Габариты и масса станка	
Масса станка с ЧПУ, кг	5000

Для оброблення вушка обираємо верстат 6904ВМФ2

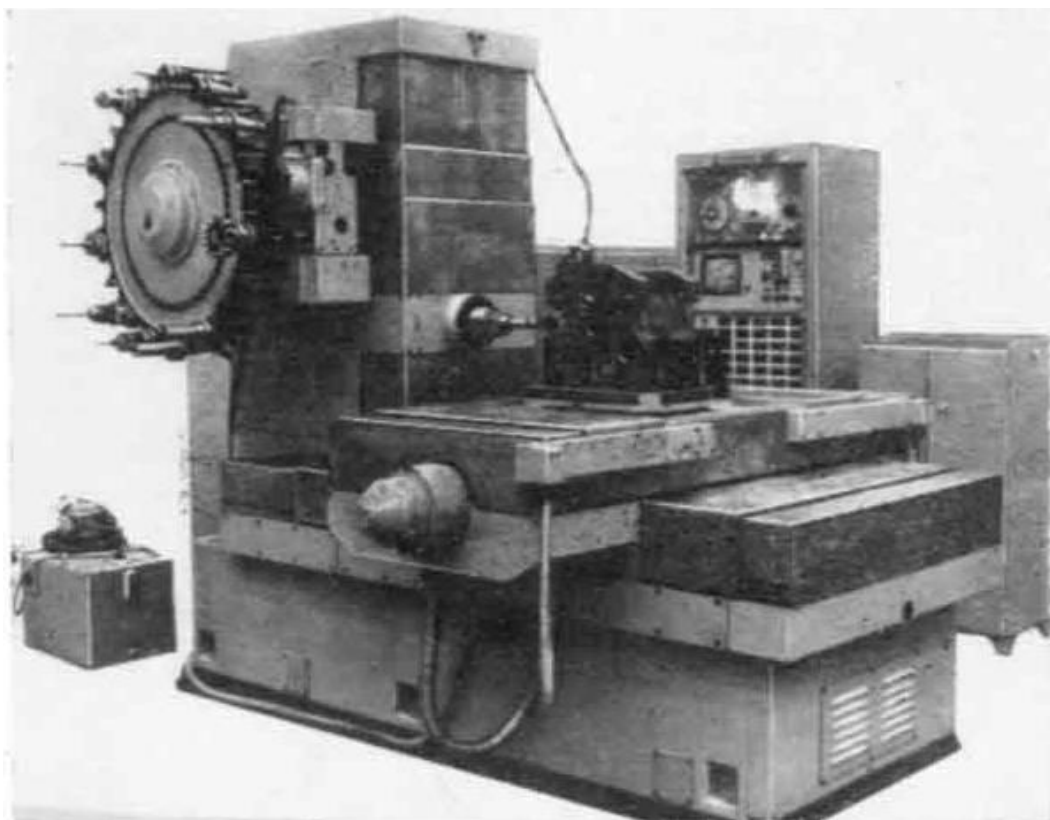


Рисунок 4.8.2 Горизонтально-фрезерний 6904ВМФ2

Характеристики верстата 6904ВМФ2:

Масса, кг	5082
Мощность, КВт	4,5
Длина, мм	2790
Ширина, мм	2060
Высота, мм	2000
Начало серийного производства	1976
Длина рабочей поверхности стола, мм	500
Наибольшее перемещение по осям X,Y,Z, мм	500 x 500 x 500
Точность	B
Частота вращения шпинделя, об/мин (Max)	2000
Частота вращения шпинделя, об/мин (Min)	32
ЧПУ	Размер-2M
Ширина стола, мм	400

Для шліфування обираємо верстат 3М153



Рисунок 4.8.3 Кругло-шліфувальний 3М153

Характеристики верстата 3М153:

Зм	Лри	Мо	Всичи	Підпи	Лот	

Наибольший диаметр заготовки, мм	140
Наибольшая длина заготовки, мм	500
Наибольший диаметр шлифуемого отверстия, мм	550
Наибольшие размеры шлифовального круга, мм	
Пределы частоты вращения шпинделя Min об/мин	10
Пределы частоты вращения шпинделя Max об/мин	1900
Класс точности станка по ГОСТ 8-82, (Н,П,В,А,С)	П
Частота вращения шпинделя бабки изделия, об/мин	0
Мощность двигателя кВт	5.5
Габариты станка Длинна Ширина Высота (мм)	2150,1500,1950
Масса, кг	4000

4.9. Виявлення і розрахунок технологічності розмірного ланцюга

При розробці технологічних процесів механічної обробки заготовок деталей машин технологу часто доводиться замість конструкторських розмірів встановлювати розміри і визначати допуски на ці розміри, але так, щоб в результаті їх виконання забезпечувались розміри і допуски встановлені кресленням деталі. Визначення технологічних розмірів і допусків має проводитися на основі виявлення і розрахунку технологічних розмірних ланцюгів, що виражають зв'язок розмірів оброблюваної деталі в міру виконання технологічного процесу.

Схема розмірного ланцюга:

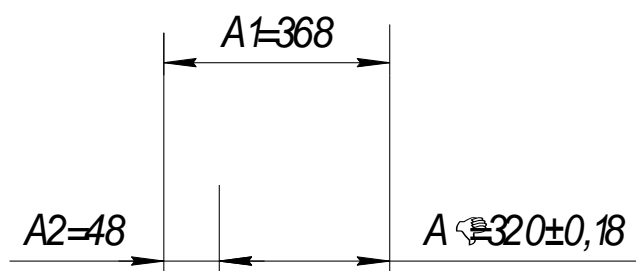


Рисунок 4.9.1. - Схема розмірного ланцюга.

На горизонтально-фрезерній операції 015 виробляємо розгортання отворів і витримуємо розмір від осі отвору до ступені циліндричної частини штока дорівнює $320 \pm 0,18$. При цьому принцип єдності баз не дотримується, так як технологічна база (лівий торець заготовки) не збігається з вимірювальною базою. Розмір $A2 = 48 \pm 0,3$

був отриманий на попередніх переходах при обробці заготовки з витримкою принципу єдності баз.

Необхідно вирішити проектну задачу, тобто за номіналом, допуску та граничних відхилень вихідного ланки визначити аналогічні параметри складових ланок[44]

Застосуємо спосіб рівноточних допусків.

Замикаючу ланка: $A\Delta=320\pm0,18\text{мм}$.

Встановлюємо, які складові ланки збільшують розмір останнього у ланки, які - зменшують.

A1 - що збільшує, A2 - зменшує. Загальна кількість ланок 3.

Номінальні значення складових ланок: $A1 = 368 \text{ мм}$; $A2 = 48 \text{ мм}$.

$$A\Delta_{\min}=319,82 \text{ мм}; A\Delta_{\max}=320,18 \text{ мм}.$$

Середина поля допуску $E\Delta_{\text{CP}}=0 \text{ мм}$.

Величина одиниці допуску для кожного становить ланки:

$$i = 0,45 \cdot \sqrt[3]{D_{\text{C.Г.}}} + 0,001 \cdot D_{\text{C.Г.}}$$

де $D_{\text{C.Г.}}$ - середнє геометричне значення розміру.

$$D_{\text{C.Г.}} = \sqrt{D_{\min} \cdot D_{\max}}$$

де D_{\min} и D_{\max} - межі інтервалу розмірів в таблиці допусків, в які потрапляє номінальний розмір становить ланки.

$$D_{\tilde{N}.A.1} = \sqrt{315 \cdot 400} = 355 \text{ мм};$$

$$D_{\tilde{N}.A.2} = \sqrt{30 \cdot 50} = 38,7 \text{ мм};$$

$$i_1 = 0,45 \cdot \sqrt[3]{355} + 0,001 \cdot 355 = 3,54 \text{ мкм};$$

$$i_2 = 0,45 \cdot \sqrt[3]{38,7} + 0,001 \cdot 38,7 = 1,56 \text{ мкм};$$

Розрахунок кількості одиниць допуску:

$$a_{\text{CP}} = \frac{TA_{\Delta} - \sum_{m-g-1} T_{\text{ИЗВ}}}{\sum_{i-1} i_j}$$

i_j - одиниця допуску, що залежить від значення номінального розміру.

Зм	Лри	Мо	Підпис	Лат		97

$$a_{CD} = \frac{TA_{\Delta} - \sum_{i=1}^{m-g-1} T_{\hat{E}\hat{C}\hat{A}}}{\sum_{i=1} i_j} = \frac{360-0}{3,54+1,56} = 70,6 ;$$

За значенням a_{CP} визначаємо квалітет складових ланок. Приймаємо для ланки $A_1 = 368$ 10 квалітет, а для ланки $A_2 = 48$ 10 квалітет.

Як коригуючу ланку вибираємо A_2 .

Призначимо допуски на складові ланки:

$$TA_1 = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_2 = 0,06 \text{ мм}.$$

Призначені допуски технологічно досяжні на обраному обладнанні, при прийнятих методах обробки поверхонь[37]

На збільшує ланка A_1 відхилення призначимо як на основне отвір: $ES_1 = TA_1 = 0,12 \text{ мм}$. $EI_1 = 0$. Середина поля допуску $E_{ICP} = 0,06 \text{ мм}$.

Граничні розміри:

$$A_{1min} = A_1 + EI = 368 + 0 = 368 \text{ мм};$$

$$A_{1max} = A_1 + ES = 368 + 0,12 = 368,12 \text{ мм}.$$

Можно записати: $A_1 = 368^{+0,12} \text{ мм}$.

Для отримання останньої ланки $A_{\Delta} = 320 \pm 0,18$ 18 приймаємо меншу ланку $A_2 = 48$ мм коригуємо і знайдемо для неї граничні значення (граничні відхилення що збільшують ланки беремо як для отвори - в плюс, на що зменшують ланки - в мінус, як для вала).

$$A_{\Delta_{max}} \geq \sum_1^n \overset{\rightarrow}{A_{j_{max}}} - \sum_1^m \overset{\leftarrow}{A_{j_{min}}}$$

$$\overset{\leftarrow}{320,18} = 368,12 - \overset{\leftarrow}{A_{2min}};$$

$$\overset{\leftarrow}{A_{2min}} = 368,12 - 320,18 = 48 \text{ мм}.$$

$$A_{\Delta_{min}} \leq \sum_1^n \overset{\rightarrow}{A_{j_{min}}} - \sum_1^m \overset{\leftarrow}{A_{j_{max}}}$$

$$\overset{\leftarrow}{319,82} = 368 - \overset{\leftarrow}{A_{2max}};$$

$$\overset{\leftarrow}{A_{2max}} = 368 - 319,82 = 48,18 \text{ мм}.$$

Можно записати: $A_2 = 48_{-0,18} \text{ мм}$.

Отже, дані технологічні переходи і прийнята схема базування забезпечують необхідну точність замикаючої ланки.

4.10. Визначення режимів різання.

Розрахунок режимів різання на два переходи проводиться за емпіричними формулами за методикою.

1. Зробимо розрахунок режимів різання чорнової обробки циліндричної поверхні вала $\varnothing 22f9$ на токарному з ЧПУ операції 010.

Глибина різання: $t = 2,5$ мм;

Подача при чорновому точінні: $S = 0,5$ мм / об.

Швидкість різання при точінні:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

де T - період стійкості і показники ступенів знаходимо за таблицями:

$C_v = 290$; $x = 0,15$; $y = 0,35$; $m = 0,2$; $T = 50$ мін.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IV}$$

де K_{MV} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

K_{IV} - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

K_{IV} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}$$

де σ_B - фізичний параметр, що характеризує опрацьований матеріал;

K_{Γ} і n_v - коефіцієнт і показник ступеня, що характеризують групу стали по оброблюваності.

$$K_{MV} = 1,0 \left(\frac{750}{530} \right)^{1,0} = 1,42.$$

$$K_{IV} = 1,0; K_{IV} = 0,8;$$

$$K_v = 1,42 \cdot 0,8 \cdot 1 = 1,136.$$

Визначаємо швидкість різання:

$$V = \frac{290}{50^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,5^{0,35}} \cdot 1,136 = 147 \text{ м/хв}$$

Визначимо частоту обертання:

$$n = \frac{1000v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 147}{3,14 \cdot 31} = 1510 \text{ об/хв}^{-1}$$

Приймаємо $n = 1600 \text{ об/хв}^{-1}$.

Визначаємо силу різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Коефіцієнти і показники ступенів визначаємо за таблицями:

$$C_p = 300; x = 1,0; y = 0,75; n = -0,15.$$

$$K_p = K_{\mu p} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{r p},$$

де $K_{i \delta}, K_{\varphi \delta}, K_{\gamma \delta}, K_{\lambda \delta}, K_{r \delta}$ - коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання

$$(K_{\varphi \delta} = 0,89, K_{\gamma \delta} = 1,0, K_{\lambda \delta} = 1,0;)$$

K_{MP} визначається за формулою:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77.$$

Тоді:

$$\hat{E}_p = 0,77 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 0,69.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,5^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 147^{-0,15} \cdot 0,69 = 1456 \text{ Н}.$$

Визначаємо потужність, затрачену на різання:

$$N_{\partial \partial \partial} = \frac{P_z \cdot V}{60 \cdot 1020} = \frac{1456 \cdot 147}{60 \cdot 1020} = 3,5 \text{ кВт}.$$

Визначаємо основний час T_o :

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o},$$

Де S_o - зворотний подача, об / хв;

L - робоча довжина, що дорівнює сумі довжин врізання, перебігаючи і робочого ходу.

$$\dot{O}_i = \frac{275}{1600 \cdot 0,5} = 0,34 \text{ хв}.$$

2. Зробимо розрахунок режимів різання чистового розгортання отворів в вушку d47Js7 на горизонтально-фрезерній операції з ЧПУ 015.

Глибина різання, що дорівнює половині припуску на діаметр, $t = 0,05 \text{ мм}$;

Зм.	Лист	Модель	Підпис	Лист		100

Подача при чистовому розгортанні: при параметрі шорсткості поверхні $Ra = 2,5$ мкм і радіуси при вершині різця 2 мм, подача $s_o = 1,05$ мм / об.

Швидкість різання при розгортанні:

$$V_p = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

T – період стійкості інструменту: $T=90$ мин.

$C_v=10,5$; $q=0,3$; $x=0,2$; $y=0,65$; $m=0,4$.

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{HV},$$

де K_{MV} - коефіцієнт, що враховує якість оброблюваного матеріалу;

K_{IV} - коефіцієнт, що враховує стан поверхні заготовки;

K_{HV} - коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v},$$

де σ_B - межа міцності, МПа;

K_r и n_v - коефіцієнт і показник ступеня, що характеризують групу стали по оброблюваності.

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{530} \right)^{0,9} = 1,37$$

$K_{HV}=1,0$ (для Р6М5);

$K_{IV}=1,0$ (без корки);

$$K_v = 1,37 \cdot 1 \cdot 1 = 1,37.$$

Остаточна швидкість різання:

$$V_p = \frac{10,5 \cdot 47^{0,3}}{90^{0,4} \cdot 0,05^{0,2} \cdot 1,05^{0,65}} \cdot 1,37 = 13,3 \text{ м/хв.}$$

Частота обертання розгортки:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V_p}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 13,3}{3,14 \cdot 47} = 90,1 \text{ об/хв.}$$

Для стандартного діапазону зі знаменником геометричного ряду 1,26 приймаємо $n = 100$ об / хв.

Уточнимо швидкість різання:

Зм	Лри	Мо	Пів	Лат		101

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n_p}{1000} = \frac{3,14 \cdot 47 \cdot 100}{1000} = 14,8 \text{ м / мин}$$

Крутний момент $M_{кр}$:

$$M_{кр} = \frac{C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot D \cdot z}{2 \cdot 100};$$

де s_z - подача на один зуб інструменту, рівна $s / z = 1,05 / 6 = 0,175$ мм / зуб.
Коефіцієнти і показники ступенів визначаємо за таблицями.

$$C_p = 200; x = 1; y = 0,75; n = 0;$$

$$M_{кр} = \frac{200 \cdot 0,05^1 \cdot 0,175^{0,75} \cdot 47 \cdot 6}{2 \cdot 100} = 3,8 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Визначаємо силу різання P_z :

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

Коефіцієнти і показники ступенів визначаємо за таблицями:

$$C_p = 200; x = 1,0; y = 0,75; n = 0.$$

$$K_p = K_{\mu p} \cdot K_{\phi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp},$$

де $K_{i\delta}, K_{\phi\delta}, K_{\gamma\delta}, K_{\lambda\delta}, K_{r\delta}$ - коефіцієнти, що враховують фактичні умови різання
($K_{\phi\delta} = 1,0, K_{\gamma\delta} = 1,0, K_{\lambda\delta} = 1,0;$)

K_{MP} визначається за формулою:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{530}{750} \right)^{0,75} = 0,77.$$

Тоді:

$$\hat{E}_p = 0,77 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,77.$$

$$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 0,05^1 \cdot 1,05^{0,75} \cdot 14,8^0 \cdot 0,77 = 80 \text{ Н}.$$

Тоді потужність різання:

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,8 \cdot 100}{9750} = 0,39 \text{ кВт}.$$

Зробимо розрахунок основного часу (при свердлінні одного отвору):

$$T_o = \frac{l + l_1 + l_2}{S_o \cdot n}$$

де $l = 27\text{мм}$ - довжина отвору, $l_1 + l_2 = 5 + 7 = 12\text{ мм}$ - сумарна величина врізання.

$$T_o = \frac{27 + 12}{1,05 \cdot 100} = 0,37_{\text{мин}}$$

На всі інші операції режими різання визначимо по нормативам, які наводяться в технічних довідниках, і отримані результати розрахунків режимів різання зведемо в таблицю 1.

Таблиця 4.10.1. - Зведена таблиця режимів різання.

№ оп.	Найменування операції або переходу	t, мм	S, мм/об	T, хв	n, хв ⁻¹	Uq, м/хв	S _{мин} , мм/хв	Np, кВт	To, хв	Lp.х., мм
005	Фрезерно-центровальна									
	фрезерування торця	3	1,8	180	141	71	254	0,2 5	0,1	40,5
010	Токарна з ЧПК									
	чорн. точіння Ø17,5 мм	2,7	0,5	50	1600	145	800	3,5	0,007	5
	чорн. точіння Ø22 мм	2,5	0,5	50	1600	147	800	3,5	0,054	43
	чорн. точіння Ø20,5 мм	2,5	0,5	50	1600	147	800	3,5	0,34	275
	напівчист. точіння Ø20,8 мм	0,7	0,47	50	2000	215	940	2	0,29	275
	чист. точіння Ø22,3 мм	0,5	0,26	50	2500	280	650	1,3	0,42	275
	тонке точіння Ø22IT8 мм	0,3	0,09	50	2500	350	225	1	1,2	275
	Нарізання різі M16•1,5-6g	0,8	1,5	50	2000	119	3000	1	0,01	30
	Нарізання різі M12•1,5-6g	0,8	1,5	50	2000	119	3000	1	0,01	30
015	Горизонтально-фрезерна з ЧПК									
	фрезерування площини 17±1	0,5	0,25	180	750	235,5	60	0,9	0,5	80
	Фрезерування канавку по контуру	2,5	0,16	100	1000	164	160	1,8	0,93	150
	фрезерування паза 2 ^{+0,3}	5	0,24 на зуб	120	250	70	60	0,8	0,5	20
035	Круглошліфувальна									
	полірування поверхні Ø22 _{-0,08 -0,132}	0,002	10	15	400	25м/с	1000	2,2	0,27	272
045	Круглошліфувальна									
	полірування поверхні Ø22 _{-0,02 -0,072}	0,002	10	15	400	25м/с	1000	2,2	0,27	272

4.11. Нормування технологічних операцій.

Розрахунок норм часу проводимо докладно для токарної операції з ЧПУ 010 за методикою.

Загальний основний час визначимо як суму основних часів кожного переходу:

$$T_o = (0,007 + 0,054 + 0,34 + 0,29 + 0,42 + 1,2 + 0,01) = 2,32 \text{ хв}$$

Визначаємо допоміжний час на обробку циліндричної частини штока токарної операції з ЧПУ 010:

$$\dot{O}_{AN\bar{I}} = \dot{O}_{ON} + \dot{O}_{OI} + \dot{O}_{EC}$$

де T_{YC} - час на установку і зняття деталі, хв ($T_{YC} = 0,19$ хв - при установці деталі в центрі при масі деталі до 3 кг);

$T_{ИЗ}$ - час на вимірювання деталі, хв ($T_{ИЗ} = 0,31 + 0,21 + 0,12 + 0,24 = 0,88$ хв - де 0,31 при вимірюванні штангенциркулем з точністю до 0,1 мм довжини заготовки до 500 мм; 0,21 при вимірюванні штангенциркулем з точністю до 0,05 мм довжини заготовки до 100 мм; 0,12 при вимірюванні мікрометром; 0,24 при перевірці різьби кільцем)[45]

$T_{УП}$ - час на прийоми управління, хв

$$T_{УП} = T_{вкл/відкл} + T_{підв/від} + T_{см.}$$

де $T_{вкл/відкл} = 0,01$ мін - час на включення / вимикання верстата кнопкою;

$T_{см.поз} = 0,02$ час на зміну позиції в револьверної голівці);

$T_{підв/від}$ - час на швидке підведення і відведення різального інструменту;

Час на підведення інструменту з вихідного положення в точку нуля заготовки на початку роботи і її відведення в кінці:

$$Tx_{(підв-від)} = (Sn_{підв} x + Sv_{від} x) / V_{шв.перем.по x};$$

$$Tx_{(підв-від)} = ((200 + 200) / 2400 = 0,16 \text{ хв.}$$

$$Tz_{(підв-від)} = ((Sn_{підв} z + Sv_{від} z) / V_{шв.перем.по z};$$

$$Tz_{(підв-від)} = (100 + 100) / 4800 = 0,04 \text{ хв,}$$

де швидкість швидкого переміщення супорта верстата уздовж осі z:

$V_{шв.перем.по z} = 4800$ мм / хв, а швидкість швидкого переміщення супорта

верстата уздовж осі x: $V_{шв.перем.по x} = 2400$ мм / хв.

Зм	Лри	Мо	Підви	Лат		104

Загальний час швидких переміщень з вихідного положення в точку нуля заготовки на початку роботи і її відведення в кінці:

$$T_{(підв-відв)} = T_{z(підв-відв)} + T_{x(підв-відв)} = 0,16 + 0,04 = 0,2$$

Знайдемо час на швидке переміщення інструменту в точку початку напівчистового точіння, а так як відстань цього переміщення буде аналогічним для чистового і тонкого точіння, то час також не поміняється:

$$T_{x1} = L_{x1} / v_{шв.перем.по x} = 285 / 2400 = 0,12 \text{ хв}$$

Час на швидке переміщення інструменту в точку початку нарізування різьблення по двох осях:

$$T_{x2} = L_{x2} / v_{шв.перем.по x} = 305 / 2400 = 0,13 \text{ хв.}$$

$$T_{z2} = L_{z2} / v_{шв.перем.по x} = 5 / 2400 = 0,002 \text{ хв.}$$

Тоді

$$T_{підв/відв} = 0,2 + 0,12 + 0,132 = 0,45 \text{ хв}$$

Допоміжний час на обробку зовнішньої циліндричної поверхні для токарної операції з ЧПУ 010:

ТІЗ менше основного часу на обробку циліндричної поверхні для токарної операції з ЧПУ 010, тому поєднуємо цей час з часом обробки.

$$\dot{O}_{\dot{A}\dot{N}\dot{I}} = 0,19 + 0,52 = 0,71 \text{ хв.}$$

Оперативне час:.

$$\dot{O}_{\dot{I}\dot{I}} = \dot{O}_{\dot{I}} + \dot{O}_{\dot{A}\dot{N}\dot{I}} = 2,32 + 0,71 = 3,03 \text{ хв.}$$

Час на обслуговування робочого місця, відпочинок визначається як:

$$T_{об.ом} = T_{он} \cdot P_{об.відв} / 100 = 3,03 \cdot 9 / 100 = 0,27 \text{ хв}$$

де $P_{об.відв} = 9\%$ витрати на обслуговування робочого місця і відпочинок.

Далі визначаємо норму штучного часу:

$$T_{шт} = T_o + T_{дон} + T_{об.ом} = 2,32 + 0,71 + 0,27 = 3,3 \text{ хв}$$

Розрахунок норм штучно-калькуляційного часу проводимо за формулою:

$$T_{шт.к.} = T_{н.з.} / n + T_{шт}$$

де $T_{н.з.}$ - підготовчо-заклучний час, хв;

n - кількість деталей в партії, шт.

Норма підготовчо-заклучного часу складається з:

$T_{н.з1}$ - час на організаційну підготовку:

-Отримати наряд, креслення, технологічну документацію, програмоносій, ріжучий і допоміжний інструмент, контрольно-вимірювальний інструмент, пристосування, заготовки виконавцем і здати їх після закінчення обробки партії деталей-13 хв;

- ознайомлення з документацією і огляд заготовки - 4хв;
- на інструктаж майстра - 2хв.

Отримуємо $T_{n.31} = 19$ хв.

$T_{n.32}$ - час на додаткові прийоми:

- встановити і зняти патрон повідковий - 6,5 хв;
- встановити вихідні режими верстата-0,25 хв;
- встановити програмоносій в пристрій, що зчитує і зняти - 1 хв;
- перевірити працездатність пристрою, що зчитує і перфострічки - 0,9 хв;
- ввести програму в пам'ять системи з ЧПУ з програмоносій - 2 хв;
- встановити вихідні координати X і Y (налаштувати нульове положення) - 2,0

хв.

- розкласти і прибрати інструмент - 2хв;
- встановити в магазин інструменти: час на зміну одного різця в різцетримач

1хв, тому що необхідно три різця, то $3 \cdot 1 = 3$ хв.

Всього

$$T_{n.32} = 6,5 + 0,25 + 1 + 0,9 + 2 + 2 + 2 + 3 = 17,65 \text{ хв}$$

$T_{n.33}$ - час на пробну обробку. Оскільки число ріжучих інструментів три і число вимірюваних по діаметру поверхонь три, то час на пробну обробку одно 6,5 хв.

$$T_{n.3} = T_{n.31} + T_{n.32} + T_{n.33} = 19 + 17,65 + 6,5 = 43,15 \text{ хв}$$

Розрахуємо розмір партії:

$$n = \frac{N_{\text{год}} \cdot a}{\Phi}$$

де $N_{\text{рік}} = 20000$ шт - обсяг випуску в рік;

$a = 10$ - періодичність запуску у виробництво в днях;

$\Phi = 254$ дня - число робочих днів у році.

$$n = \frac{20000 \cdot 10}{254} = 473$$

Зм.	Лри	Мо	Підпис	Лат		106

$$\text{Тоді: } \dot{O}_{\phi \partial . \partial .} = \frac{43,15}{473} + 3,3 = 3,4 \text{ і } \partial i$$

Норми часу на всі інші операції визначимо без приведення розрахунків, а всі отримані дані зведемо в таблицю 1.

Таблиця 4.11.1. - Технічні норми часу за операціями, хв.

№ операції	Найменування операції	Т _{всп} , хв			Т _{оп}	Т _{об.от}	Т _{шт}	Т _{п.з} на 1 дет.	Т _{шт.к.}
		Т _{ус}	Т _{уп}	Т _{из}					
005	Фрезерно-центрувальна	0,16	0,06	0,15	0,5	0,084	0,62	0,0006	0,72
010	Токарна з ЧПУ	0,19	0,52	0,88	3,03	0,27	3,3	0,002	3,4
015	Горизонтальна-фрезерна з ЧПУ	0,16	1,8	1,2	8,2	0,74	8,94	0,0022	9,1
035	Круглошліфувальна	0,19	0,2	0,21	1,2	0,12	1,32	0,0006	1,41
045	Круглошліфувальна	0,19	0,2	0,21	1,2	0,12	1,32	0,0006	1,41

4.12 Визначення необхідної кількості обладнання

Для серійного типу виробництва необхідну кількість верстатів S визначається за формулою:

$$S_i = \frac{T_{шт.к.} \cdot N_i}{60 \cdot F \cdot K_{\phi}}$$

де: S_i - кількість одиниць устаткування для виконання однієї операції;

$T_{шт.к.}$ - штучно-калькуляційний час обробки виробу, хв;

N_i - кількість виробів, що підлягають обробці в рік;

F - дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год;

$K_{\phi} = 1,1 \dots 1,3$ - коефіцієнт виконання норм часу. $K_{\phi} = 1,2$.

Коефіцієнт завантаження обладнання:

Зм	Лри	Мо	Підпис	Лет		107

$$\eta_3 = \frac{S_i}{S_{np}}$$

де: S_{np} - прийняте кількість верстатів.

Операція 005

$$S_{005} = \frac{0,72 \cdot 20000}{60 \cdot 4015 \cdot 1,2} = 0,05; \quad S_{np}=1; \quad \eta_{\zeta} = \frac{0,05}{1} = 0,05.$$

Операція 010

$$S_{010} = \frac{4,12 \cdot 20000}{60 \cdot 4015 \cdot 1,2} = 0,29; \quad S_{np}=1; \quad \eta_{\zeta} = \frac{0,29}{1} = 0,29.$$

Операція 015

$$S_{015} = \frac{9,1 \cdot 20000}{60 \cdot 4015 \cdot 1,2} = 0,63; \quad S_{np}=1; \quad \eta_{\zeta} = \frac{0,63}{1} = 0,63.$$

Операція 035

$$S_{035} = \frac{1,41 \cdot 20000}{60 \cdot 4015 \cdot 1,2} = 0,1; \quad S_{np}=1; \quad \eta_{\zeta} = \frac{0,1}{1} = 0,1.$$

Операція 045

$$S_{045} = \frac{1,41 \cdot 20000}{60 \cdot 4015 \cdot 1,2} = 0,1; \quad S_{np}=1; \quad \eta_{\zeta} = \frac{0,1}{1} = 0,1.$$

На підставі розрахованих коефіцієнтів будуюмо графік завантаження устаткування.

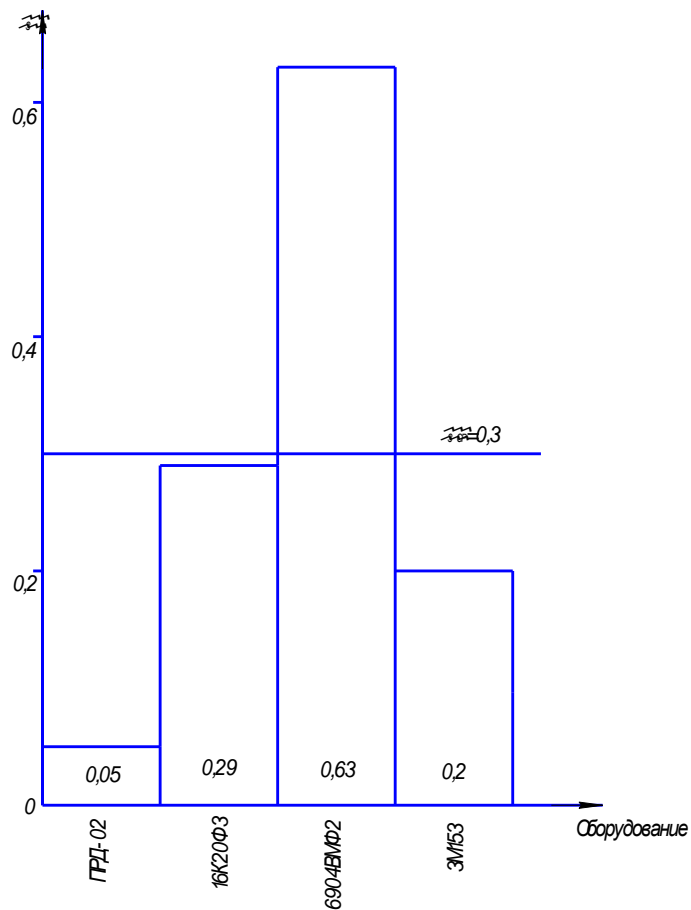


Рисунок 4.12.1. - Графік завантаження обладнання.

4.13 Висновок до розділу 4

Провевши повний аналіз технологічності конструкції деталі Шток, можна зробити висновок, що деталь є технологічною, її собівартість та час виготовлення незначний. Якщо організувати самостійний потік даної продукції для пневматичного циліндра, можна буде вигідно впроваджувати дану деталь у своїх механізмах.

5. Охорона праці

Система охорони праці що працюють призначена для створення безпеки роботи персоналу і організації заходів щодо створення високого загального рівня виробничого середовища і культури виробництва. Головними об'єктами її використання є: людина і процес праці, виробниче середовище, взаємозв'язок людини з виробничим устаткуванням, організація праці і виробництва, технологічні процеси. Повністю безпечних і нешкідливих виробництв не існує.

Мета розділу - поліпшення умов праці працівників, попередження виробничого травматизму, профзахворювань, пожеж, аварій та ін., в приміщеннях та на робочих місцях механоскладальної дільниці механічної обробки деталі «шток» та складання складової частини редуктора тепловозу 2ТЕ10Л.

5.1. Гарантії прав на охорону праці, пільги і компенсації за шкідливі та небезпечні умови праці

Умови трудового договору не можуть містити положень, що суперечать законам та іншим нормативно-правовим актам з охорони праці.

Під час укладання трудового договору роботодавець повинен проінформувати працівника під розписку про умови праці та про наявність на його робочому місці небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які ще не усунуто, можливі наслідки їх впливу на здоров'я та про права працівника на пільги і компенсації за роботу в таких умовах відповідно до законодавства і колективного договору.

Працівнику не може пропонуватися робота, яка за медичним висновком протипоказана йому за станом здоров'я. До виконання робіт підвищеної небезпеки та тих, що потребують професійного добору, допускаються особи за наявності висновку психофізіологічної експертизи.

Усі працівники згідно із законом підлягають загальнообов'язковому державному соціальному страхуванню від нещасного випадку на виробництві та професійного захворювання, які спричинили втрату працездатності.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		110

Умови праці на робочому місці, безпека технологічних процесів, машин, механізмів, устаткування та інших засобів виробництва, стан засобів колективного та індивідуального захисту, що використовуються працівником, а також санітарно-побутові умови повинні відповідати вимогам законодавства.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створилася виробнича ситуація, небезпечна для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний негайно повідомити про це безпосереднього керівника або роботодавця. Факт наявності такої ситуації за необхідності підтверджується спеціалістами з охорони праці підприємства за участю представника профспілки, членом якої він є, або уповноваженої працівниками особи з питань охорони праці (якщо професійна спілка на підприємстві не створювалася), а також страхового експерта з охорони праці.

За період простою з причин, передбачених частиною другою цієї статті, які виникли не з вини працівника, за ним зберігається середній заробіток. Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо роботодавець не виконує законодавства про охорону праці, не додержується умов колективного договору з цих питань. У цьому разі працівникові виплачується вихідна допомога в розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Працівника, який за станом здоров'я відповідно до медичного висновку потребує надання легшої роботи, роботодавець повинен перевести за згодою працівника на таку роботу на термін, зазначений у медичному висновку, і у разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати проведення навчання працівника з набуття іншої професії відповідно до законодавства.

На час зупинення експлуатації підприємства, цеху, дільниці, окремого виробництва або устаткування органом державного нагляду за охороною праці чи службою охорони праці за працівником зберігаються місце роботи, а також середній заробіток.

Працівники, зайняті на роботах з важкими та шкідливими умовами праці, безоплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		111

рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгову пенсію, оплату праці у підвищеному розмірі та інші пільги і компенсації, що надаються в порядку, визначеному законодавством.

У разі роз'їзного характеру роботи працівникові виплачується грошова компенсація на придбання лікувально-профілактичного харчування, молока або рівноцінних йому харчових продуктів на умовах, передбачених колективним договором.

Роботодавець може за свої кошти додатково встановлювати за колективним договором (угодою, трудовим договором) працівникові пільги і компенсації, не передбачені законодавством.

Протягом дії укладеного з працівником трудового договору роботодавець повинен, не пізніше як за 2 місяці, письмово інформувати працівника про зміни виробничих умов та розмірів пільг і компенсацій, з урахуванням тих, що надаються йому додатково.

5.2. Основні причини виробничого травматизму і профзахворювань та заходи щодо їхнього попередження

Успішна профілактика виробничого травматизму та професійної захворюваності можлива лише за умови ретельного вивчення причин їх виникнення. Для полегшення цього завдання прийнято поділяти причини виробничого травматизму і професійної захворюваності на наступні основні групи: організаційні, технічні, санітарно-гігієнічні, психофізіологічні.

Організаційні причини: відсутність або неякісне проведення навчання з питань охорони праці; відсутність контролю; порушення вимог інструкцій, правил, норм, стандартів; невиконання заходів щодо охорони праці; порушення технологічних регламентів, правил експлуатації устаткування, транспортних засобів, інструменту; порушення норм і правил планово-попереджувального ремонту устаткування;

недостатній технічний нагляд за небезпечними роботами; використання устаткування, механізмів та інструменту не за призначенням.

Технічні причини: несправність виробничого устаткування, механізмів, інструменту; недосконалість технологічних процесів; конструктивні недоліки устаткування, недосконалість або відсутність захисних загороджень, запобіжних пристроїв, засобів сигналізації та блокування.

Санітарно-гігієнічні причини: підвищений (вище ГДК) вміст в повітрі робочих зон шкідливих речовин; недостатнє чи нераціональне освітлення; підвищені рівні шуму, вібрації; незадовільні мікрокліматичні умови; наявність різноманітних випромінювань вище допустимих значень; порушення правил особистої гігієни.

Психофізіологічні причини: помилкові дії внаслідок втоми працівника через надмірну важкість і напруженість роботи; монотонність праці; хворобливий стан працівника; необережність; невідповідність психофізіологічних чи антропометричних даних працівника використовуваній техніці чи виконуваній роботі.

Основні заходи щодо попередження та усунення причин виробничого травматизму і професійної захворюваності поділяються на технічні та організаційні.

До технічних заходів належать заходи з виробничої санітарії та техніки безпеки.

Заходи з виробничої санітарії передбачають організаційні, гігієнічні та санітарно-технічні заходи та засоби, що запобігають дії на працюючих шкідливих виробничих факторів. Це створення комфортного мікроклімату шляхом влаштування відповідних систем опалення, вентиляції, кондиціонування повітря; теплоізоляція конструкцій будівлі та технологічного устаткування; заміна шкідливих речовин та матеріалів нешкідливими; герметизація шкідливих процесів; зниження рівнів шуму та вібрації; установлення раціонального освітлення; забезпечення необхідного режиму праці та відпочинку, санітарного та побутового обслуговування.

Заходи з техніки безпеки передбачають систему організаційних та технічних заходів та засобів, що запобігають дії на працюючих небезпечних виробничих

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		113

факторів. До них належать: розроблення та впровадження безпечного устаткування; механізація та автоматизація технологічних процесів; використання запобіжних пристосувань, автоматичних блокуючих засобів; правильне та зручне розташування органів керування устаткуванням; розроблення та впровадження систем автоматичного регулювання, контролю та керування технологічними процесами, принципово нових нешкідливих та безпечних технологічних процесів.

До організаційних заходів належать: правильна організація роботи, навчання, контролю та нагляду з охорони праці; дотримання трудового законодавства, міжгалузевих та галузевих нормативних актів про охорону праці; впровадження безпечних методів та наукової організації праці; проведення оглядів, лекційної та наочної агітації і пропаганди з питань охорони праці; організація планово-попереджувального ремонту устаткування, технічних оглядів та випробувань транспортних та вантажопідіймальних засобів, посудин, що працюють під тиском.

5.3. Повітря робочої зони

Для створення нормальних умов виробничої діяльності необхідно забезпечити не лише комфортні метеорологічні умови, а й необхідну чистоту повітря.

Внаслідок виробничої діяльності у повітряне середовище приміщень можуть надходити різноманітні шкідливі речовини, що використовуються в технологічних процесах.

Шкідливими вважаються речовини, що при контакті з організмом людини за умов порушення вимог безпеки можуть призвести до виробничої травми, професійного захворювання або розладів у стані здоров'я, що визначаються сучасними методами як у процесі праці так і у віддалені строки життя теперішнього і наступних поколінь (ПОСТ 12.1.007-76).

Шкідливі речовини можуть проникати в організм людини через органи дихання, органи травлення, а також шкіру та слизові оболонки. Через дихальні шляхи потрапляють пари, газо- та пилоподібні речовини, через шкіру — переважно рідкі речовини.

Зм.	Лри	МО	Піппи	Лот		114

Через шлунково-кишкові шляхи потрапляють речовини під час ковтання; або при внесенні їх в рот забрудненими руками.

Основним шляхом надходження промислових шкідливих речовин в організм людини є дихальні шляхи. Завдяки величезній (понад 90 м²) всмоктувальній поверхні легенів утворюються сприятливі умови для потрапляння шкідливих речовин у кров.

Шкідливі речовини, що потрапили тим чи іншим шляхом в організм, можуть викликати отруєння (гострі чи хронічні). Ступінь отруєння залежить від токсичності речовини, її кількості, часу дії, шляху проникнення, метеорологічних умов, індивідуальних особливостей організму.

Гострі отруєння виникають у результаті одноразової дії великих доз шкідливих речовин (чадний газ, метан, сірководень). Хронічні отруєння розвиваються внаслідок тривалої дії на людину невеликих концентрацій шкідливих речовин (свинець, ртуть, марганець).

Шкідливі речовини, потрапивши в організм, розподіляються в ньому нерівномірно. Найбільша кількість свинцю накопичується в кістках, фтору — в зубах, марганцю — у печінці.

Такі речовини мають властивість утворювати в організмі так зване «депо» і затримуватись у ньому тривалий час. При хронічному отруєнні шкідливі речовини можуть не лише накопичуватись в організмі (матеріальна кумуляція), але й викликати «накопичення» функціональних ефектів.

У санітарно-гігієнічній практиці прийнято поділяти шкідливі речовини на хімічні речовини та промисловий пил. Хімічні речовини (шкідливі та небезпечні) відповідно до ПОСТ 12.0.003-74 за характером впливу на організм людини поділяються на:

загально-токсичні, які викликають отруєння всього організму (ртуть, оксид вуглецю, толуол, анілін);

подразнюючі, які викликають подразнення дихальних шляхів та слизових оболонок (хлор, амоніак, сірководень, озон);

сенсibiliзуючі які діють як алергени (альдегіди, розчинники та лаки на основі нітросполук);

канцерогенні, які викликають ракові захворювання (ароматичні вуглеводні, аміносполуки, азбест);

мутагенні, які викликають зміни спадкової інформації (свинець, радіоактивні речовини, формальдегід);

які впливають на репродуктивну (відтворення потомства) функцію (бензол, свинець, марганець, нікотин).

Виробничий пил досить поширений, небезпечний та шкідливий виробничий фактор. З пилом стикаються робітники гірничодобувної промисловості машинобудування, металургії, текстильної промисловості сільського господарства.

На дію шкідливих речовин впливають також інші шкідливі й небезпечні фактори. Наприклад, підвищена температура і вологість, як і значне м'язове напруження, у більшості випадків підсилюють дію шкідливих речовин. Суттєве значення мають індивідуальні особливості людини.

Оцінка параметрів мікроклімату виробничих приміщень

Істотний вплив на стан організму людини, його працездатність надає мікроклімат (метеорологічні умови) у виробничих приміщеннях, під яким розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень. Мікроклімат визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, відносної вологості, швидкості руху повітря і теплового випромінювання нагрітих поверхонь.

Мікроклімат виробничих приміщень в основному впливає на тепловий стан організму людини і його теплообмін з навколишнім середовищем.

Зм	Лри	Мо	Пі	Лет

Вихідні дані

Фактори	Одиниці виміру	Величини
1. Енерговитрати робочого	(Дж/сек)	225
2. Явне тепло в цеху, $Q_{\text{явн}}$	(кДж/ч)	$500 \cdot 10^3$
3. Тепловитрати, $Q_{\text{вит}}$	(кДж/ч)	700
4. Об'єм приміщення, $V_{\text{пом}}$	(м ³)	8640
5. Температура наружна, $t_{\text{нар}}$	°C	+9

Визначаємо період року з урахуванням заданої за спрощеним варіантом середньодобової зовнішньої температури. Так як $t_{\text{нар}} < +10 \text{ C}$, то період року холодний).

Визначаємо категорію важкості праці, використовуючи дані за варіантом про величину енерговитрат робочого при виконанні заданого виду робіт

Категорія робіт	Вид робіт	Енерговитрати робочого, ватт
Па	Роботи, пов'язані з постійною ходьбою, роботи, які виконуються сидячи або стоячи, не пов'язані з перенесенням вантажів	176÷232

Визначаємо надлишки явного тепла $Q_{\text{над}}$ в приміщенні за формулою:

$$Q_{\text{над}} = \frac{Q_{\text{явн}} - Q_{\text{пот}}}{V_{\text{Прим}}} \left(\frac{\text{КДж}}{\text{ч} \cdot \text{м}^3} \right) = \frac{500 \cdot 10^3 - 700}{8640} = 57,79 \left(\frac{\text{КДж}}{\text{ч} \cdot \text{м}^3} \right),$$

де $Q_{\text{над}}$ – надлишки явного тепла, (кДж/ч·м³);

$Q_{\text{явн}}$ – явне тепло в цеху, (кДж/ч);

$Q_{\text{пот}}$ – тепловитрати приміщення, (кДж/ч);

$V_{\text{прим}}$ – обсяг приміщення, м³.

Переводимо надлишки явного тепла у Вт/м³:

$$q_{\text{явн}} = \frac{Q_{\text{изб}} \cdot 1000}{3600} = \frac{57,79 \cdot 1000}{3600} = 16,55 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^3} \right).$$

Визначаємо категорію приміщення по тепловому режиму, тобто по надлишку явного тепла $q_{\text{нна}}$, якщо:

$q_{\text{явн}} < 23 \text{ Вт/м}^3$ то приміщення «холодне».

Розраховуємо абсолютну вологість повітря A , (г/м³):

Зм	Лри	Мо	Пілля	Лот		117

$$A = f - 0,5(t_c - t_b) \cdot B / 760 = 12,79 - 0,5(19 - 15) \cdot 758 / 760 = 10,77 \text{ г/м}^3,$$

де f – максимальна вологість повітря (для $t_c=15^\circ\text{C}$ $F=12,79 \text{ г/м}^3$);

t_c і t_b – температури «сухого» і «вологого» термометрів, $^\circ\text{C}$;

B – барометричний тиск, мм рт.ст.

Розраховуємо відносну вологість повітря в приміщенні φ , %:

$$\varphi = \frac{A}{F} \cdot 100\% = \frac{10,77}{16,48} \cdot 100\% = 65\%,$$

де A – абсолютна вологість повітря, г/м^3 ;

F – максимальна вологість повітря при температурі сухого термометра (для $t_c=19^\circ\text{C}$ $F=16,48 \text{ г/м}^3$).

Визначаємо за ДСН 3.3.6.042-99 необхідні значення температури t_n , відносної вологості φ_n , швидкості руху повітря на робочому місці C_n .

Результати вимірювань і розрахунків

Параметри	Значення	
	Фактичні	Нормативні
1. Період року (сезон)	холодний	-
2. Категорія важкості праці	IIa	-
3. Надлишки явного тепла, $Q_{\text{над}}$ (кДж/ ч·м ³)	57,79	-
4. Категорія цеху по тепловому режиму	холодне	-
5. Температура повітря в приміщенні по «сухому» термометру $t_{\text{сф}}$, $^\circ\text{C}$	19	18-20
6. Температура повітря в приміщенні по «вологому» термометру $t_{\text{вф}}$, $^\circ\text{C}$	15	-
7. Швидкість руху повітря на робочому місці (м / сек)	0,25	0,2
8. Барометричний тиск, B (мм.рт.ст)	758	760
9. Абсолютна вологість повітря, A (г/м ³)	10,77	-
10. Відносна вологість повітря, φ , %	65	40-60

Висновки: Мікроклімат виробничого приміщення не відповідає нормативним значенням за ГОСТ 12.1.003-88 та ДСН 3.3.6.042-99. Для оздоровлення виробничих приміщень з несприятливим мікрокліматом застосовуються ефективні засоби провітрювання, вдосконалення технологічного процесу, механізація важких робіт

кондиціонування повітря. Для зниження вологості повітря необхідно застосовувати осушувачі. Важливу роль відіграє також раціоналізація режиму праці.

5.4. Електробезпека

Електробезпека — це система організаційних та технічних заходів і засобів, що забезпечують захист людей від шкідливого та небезпечного впливу електричного струму, електричної дуги, електромагнітного поля і статичної електрики.

Аналіз виробничого травматизму показує, що кількість травм, які спричинені дією електричного струму є незначною і складає близько 1 %, однак із загальної кількості смертельних нещасних випадків частка електротравм вже складає 20—40% і займає одне з перших місць. Найбільша кількість випадків електротравматизму, в тому числі із смертельними наслідками, стається при експлуатації електроустановок напругою до 1000 В, що пов'язано з їх поширенням і відносною доступністю практично для кожного, хто працює на виробництві. Випадки електротравматизму, під час експлуатації електроустановок напругою понад 1000 В нечасті, що обумовлено незначним поширенням таких електроустановок і обслуговуванням їх висококваліфікованим персоналом.

Основними причинами електротравматизму на виробництві є: випадкове доторкання до неізольованих струмопровідних частин електроустаткування; використання несправних ручних електроінструментів; застосування нестандартних або несправних переносних світильників напругою 220 чи 127 В; робота без надійних захисних засобів та запобіжних пристосувань; доторкання до незаземлених корпусів електроустаткування, що опинилися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції; недотримання правил улаштування, технічної експлуатації та правил техніки безпеки при експлуатації електроустановок та ін.

Електроустаткування, з яким доводиться мати справу практично всім працівникам на виробництві, становить значну потенційну небезпеку ще й тому, що органи чуття людини не здатні на відстані виявляти наявності електричної напруги. В зв'язку з цим захисна реакція організму проявляється лише після того, як людина

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		119

потрапила під дію електричної напруги. Проходячи через організм людини електричний струм справляє на нього термічну, електролітичну, механічну та біологічну дію.

Термічна дія струму проявляється опіками окремих ділянок тіла, нагріванням кровоносних судин, серця, мозку та інших органів, через які проходить струм, що призводить до виникнення в них функціональних розладів.

Електролітична дія струму характеризується розкладом крові та інших органічних рідин, що викликає суттєві порушення їх фізико-хімічного складу.

Механічна дія струму проявляється ушкодженнями (розриви, розшарування тощо) різноманітних тканин організму внаслідок електродинамічного ефекту.

Біологічна дія струму на живу тканину проявляється небезпечним збудженням клітин та тканин організму, що супроводжується мимовільним судомним скороченням м'язів. Таке збудження може призвести до суттєвих порушень і навіть повного припинення діяльності органів дихання та кровообігу.

Подразнення тканин організму внаслідок дії електричного струму може бути прямим, коли струм проходить безпосередньо через ці тканини, та рефлекторним (через центральну нервову систему), коли тканини не знаходяться на шляху проходження струму.

5.5. Пожежна безпека

Пожежна безпека - це стан об'єкта, при якому виключається можливість пожежі, а в разі його виникнення використовуються необхідні заходи по усуненню негативного впливу небезпечних факторів пожежі на людей, споруди і матеріальних цінностей. Пожежна безпека може бути забезпечена заходами пожежної профілактики і активного пожежного захисту. Пожежна профілактика включає комплекс заходів, спрямованих на попередження пожежі або зменшення його наслідків. Активна пожежна безпека - заходи, що забезпечують успішну боротьбу з пожежами або вибухонебезпечною ситуацією.

Система забезпечення пожежної безпеки - це сукупність сил і засобів, а також заходів правового, організаційного, економічного, соціального і науково-технічного

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		120

характеру, спрямованих на боротьбу з пожежами. Основними елементами системи забезпечення пожежної безпеки є органи державної влади, органи місцевого самоврядування, підприємства, громадяни, які беруть участь у забезпеченні пожежної безпеки.

Основними функціями Системи забезпечення пожежної безпеки є:

1. Нормативне правове регулювання і здійснення державних заходів у галузі пожежної безпеки
2. Створення пожежної охорони та організація її діяльності,
3. Розробка і здійснення заходів пожежної безпеки,
4. Реалізація прав, обов'язків і відповідальності в галузі пожежної безпеки,
5. Проведення протипожежної пропаганди та навчання населення заходам пожежної безпеки
6. Сприяння діяльності добровільних пожежних і об'єднань пожежної охорони,
7. Залучення населення до забезпечення пожежної безпеки,
8. Науково-технічне забезпечення пожежної безпеки,
9. Інформаційне забезпечення у сфері пожежної безпеки,
10. Здійснення державного пожежного нагляду та інших контрольних функцій щодо забезпечення пожежної безпеки,
11. Виробництво пожежно-технічної продукції, виконання робіт і надання послуг у галузі пожежної безпеки,
12. Ліцензування діяльності (робіт, послуг) в галузі пожежної безпеки та сертифікація продукції і послуг у галузі пожежної безпеки,
13. Протипожежне страхування
14. Встановлення податкових пільг та здійснення інших заходів соціального і економічного стимулювання забезпечення пожежної безпеки
15. Гасіння пожеж та проведення пов'язаних з ними першочергових аварійно-рятувальних робіт,
16. Облік пожеж та їх наслідків
17. Встановлення особливого протипожежного режиму.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		121

Пожежна безпека на виробництві забезпечується великим комплексом пожежно-профілактичних заходів, що реалізуються під наглядом органів пожежної охорони в процесі проектування будівництва і експлуатації промислових підприємств, виробничих споруд, приміщень і технологічного обладнання. Вогнегасні речовини і засоби пожежогасіння вивчити по літературним джерелам і конкретним зразкам, їх паспортам і технологічним описам.

Необхідно знати категорії приміщень і будівель з вибухонебезпечної і пожежної безпеки, а також класифікацію вибухо- та пожежонебезпечних приміщень (зон) згідно правил устрою електроустановок (ПУЕ).

Однією з причин пожеж є розряди атмосферної електрики, яка проявляється у вигляді блискавок. Тому необхідно вивчити будову і розрахунки захисту від блискавок будівель і споруд, їх категорії.

Пожежна безпека – стан об'єкта, при якому з регламентованою ймовірністю виключається можливість виникнення та розвиток пожежі і впливу на людей її небезпечних факторів, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Причинами пожеж та вибухів на підприємстві є порушення правил і норм пожежної безпеки, невиконання Закону “Про пожежну безпеку”.

Відповідно до положень Закону України "Про пожежну безпеку" (статті 4 - 7) Правила пожежної безпеки в Україні є обов'язковими для виконання всіма центральними і місцевими органами виконавчої влади, органами місцевого самоврядування, підприємствами, установами, організаціями (незалежно від виду їх діяльності та форм власності), посадовими особами та громадянами.

Правила встановлюють загальні вимоги з пожежної безпеки, чинність яких поширюється на підприємства, установи, організації та інші об'єкти (будівлі, споруди, технологічні лінії тощо), а також житлові будинки, що експлуатуються, будуються, реконструюються, технічно переоснащуються і розширюються, за винятком підземних споруд та транспортних засобів, вимоги до яких визначаються у спеціальних нормативних документах.

Забезпечуючи пожежну безпеку, слід також керуватися стандартами, будівельними нормами, Правилами улаштування електроустановок (далі - ПУЕ) та

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		122

ДНАОП 0.00-1.32-01 "Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок", нормами технологічного проектування та іншими нормативними актами, виходячи зі сфери їх дії, які регламентують вимоги пожежної безпеки.

Висновки. У даному розділі бакалаврської роботи розглянуто загальні питання охорони праці, поліпшення умов праці працівників, попередження виробничого травматизму, профзахворювань, пожеж, аварій та ін., в приміщеннях та на робочих місцях механоскладальною дільниці механічної обробки деталі «гніздо підшипника» та складання складової частини редуктора тепловозу 2ТЕ10Л, проведена оцінка параметрів мікроклімату виробничих приміщень.

6. Охорона навколишнього середовища

6.1. Очищення повітря від парів масел і ЗОР

Метод конденсації використовується для обробки систем, що містять пари речовин при температурах близьких точці роси.

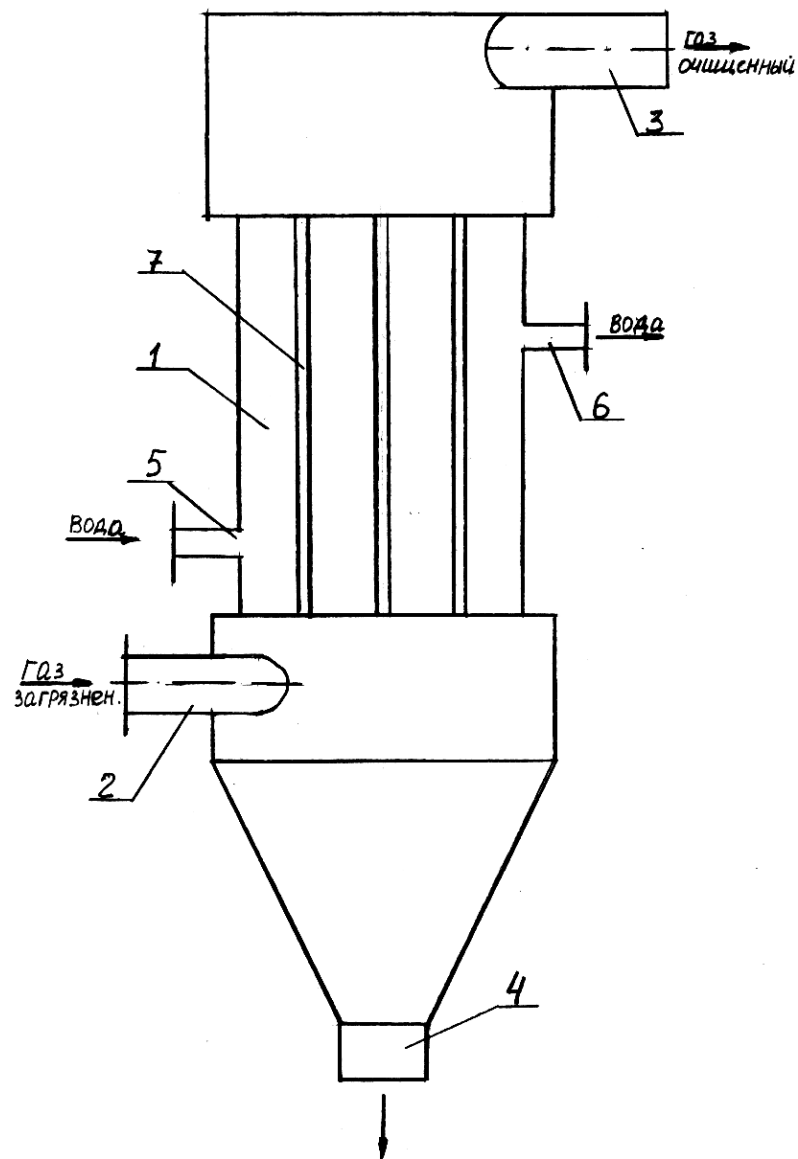
Метод найбільш ефективний в разі водневих та інших органічних сполук, що мають високі температури кипіння у відносно високих концентраціях.

Для видалення забруднювачів, що мають низький тиск пари, можна використовувати конденсатори з водяним і повітряним охолодженням.

Для летючих розчинників можлива 2-х стадійна конденсація з використанням водяного охолодження на 1 стадії і низькотемпературного на другий. Попередня обробка конденсацією доцільна в тих випадках, коли перед основною обробкою газовий потік необхідно охолодити.

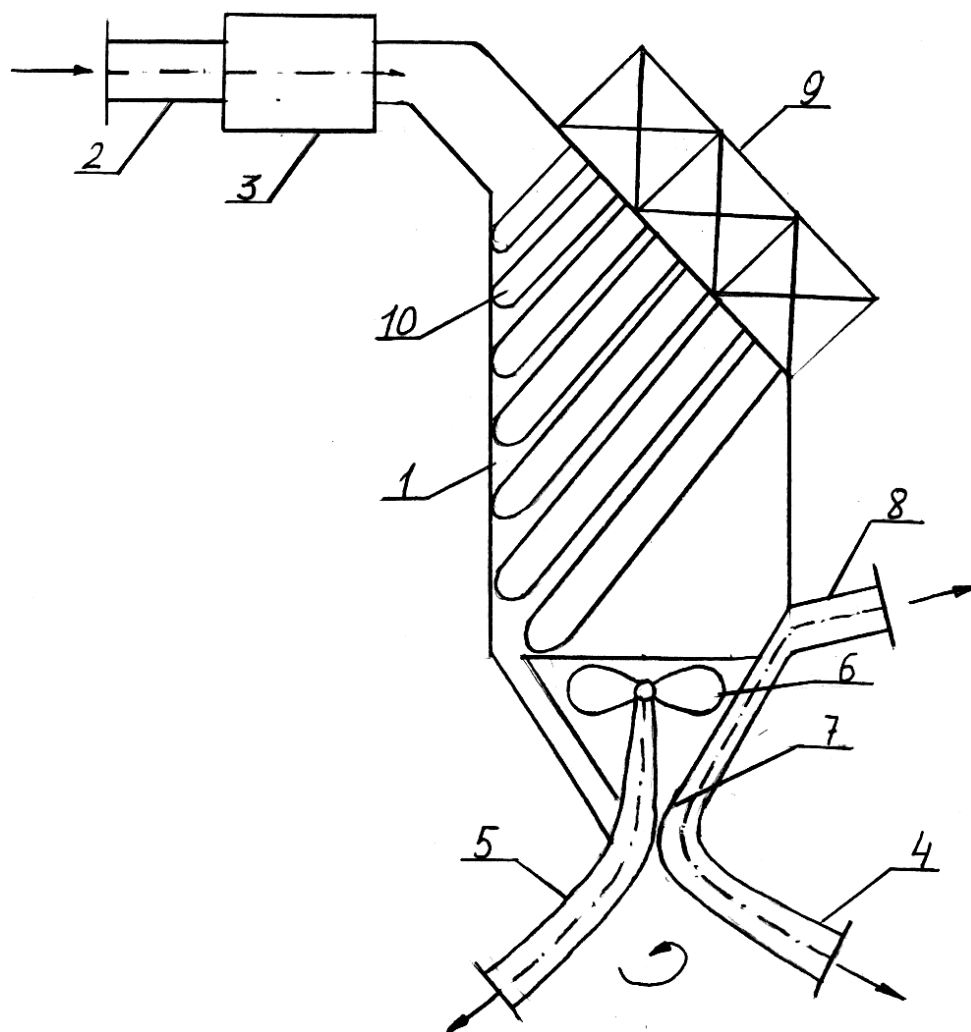
Конденсацію можна проводити при безпосередньому контакті або непрямому охолодженні.

При непрямому охолодженні використовується поверхневий конденсатор з металевими трубками. Трубки при цьому охолоджують рідким хладагентом з іншого боку стінки. У разі неконденсованих газів бажано проводити їх стиснення перед охолодженням. Схема поверхневого конденсатора представлена на малюнку. Для уловлювання парів масел, МОР використовують конденсаційний фільтр.



Мал.5.1.Схема поверхностного конденсатора

- 1 - корпус конденсатора;
- 2, 3 - входный і вихідний газохід;
- 4 - розвантажувальний патрубок;
- 5 - патрубок для подачі гарячого хладагента;
- 6 - вихідний патрубок;
- 7 - трубки конденсатора.



Мал.5.2. Конденсатний фільтр для уловлювання парів масел і ЗОР

- 1 - корпус фільтра;
- 2 - вхідний газохід;
- 3 - нагрівальний елемент;
- 4 - патрубок для вивантаження парів води;
- 5 - патрубок для вивантаження конденсату масла;
- 6 - вентилятор;
- 7 - воронка;
- 8 - вихідний газохід;
- 9 - холодильна камера;
- 10 - конденсатні елементи.

Газовий потік, що містить пари масел, ЗОР, розчинники і т.п., надходить через вхідний газохід 2, де піддається інтенсивному нагріванню нагрівальним елементом 3. Далі нагрітий газовий потік піддається різкому охолодженню в робочій камері 1 спеціально сконструйованим холодильником 9. В результаті різкого перепаду на

конденсатних елементах (трубках) конденсат водяної пари і масел, які стікають в нижню конічну частину фільтра. Очищені гази виходять з апарату через що виходить газохід 8. У нижній конічній частині фільтра на шляху руху газового потоку і крапель і масел встановлюють вентилятор 6, за рахунок обертання якого містяться в газі частинки води і масел під дією відцентрової сили і в залежності від об'ємного ваги останніх направляються на різні рівні в горизонтальній площині, тобто краплі води переміщаються безпосередньо до внутрішньої поверхні конуса апарату, ударяються з нею і у вигляді струменів виводяться з апарату через патрубок 4. Внаслідок того, що об'ємна вага масел або розчинників менше, ніж у води, то вони відповідно займають рівні близькі до центру обертання (до осі апарату), де встановлена спеціальна воронка 7 для збору конденсату масла або ЗОР і виведення їх з апарату через патрубок 5.

6.2. Утилізація твердих відходів

До твердих відходів цехів і участків машинобудівного заводу належать: різні непригодні до використання в основному виробництві шматки металу, обріз від розкрою, металева стружка, окалина, шлами, шлаки, відходи деревини, пластмас, гуми, виробничий сміття, абразиви, зола, деревні відходи модельних цехів, непридатна тара і т. п.

Тверді відходи можна також класифікувати на металеві, неметалеві і комбіновані. Комбіновані відходи - це всіляке промислове і будівельне сміття. До неметалевих відходів відносяться: зола і відвали пустої породи, які не володіють хімічною активністю на відміну від пластмас, гуми та інших, що володіють нею.

В даний час науково розроблені та освоєні всілякі методи утилізації практично всіх видів промислових відходів.

За характером і особливостям технологічних процесів утилізації доцільно їх розглядати в наступному порядку: металеві та поліметалічні тверді відходи, тверді відходи ливарного виробництва, відходи полімерних і абразивних матеріалів, тверді відходи гуми, деревини і різних сорбентів.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат.		127

Основна продукція металургійних виробництв - чорні і кольорові метали - сьогодні є найважливішим матеріалом технологічного процесу. Тому його втрати на всіх стадіях переробки повинні бути мінімальними, а неминучі відходи - раціонально використані.

Головним видом металевих відходів машинобудівного виробництва є металобрухт і металева стружка. Металобрухт ділиться на дві категорії: чорний і кольоровий.

Структура металевих відходів в загальній масі їх складається з 96% чорних і 4% кольорових металів. Через недосконалість технологічних процесів металообробки і металообробний коефіцієнт використання металу в цілому по промисловості не вище 0,7, тобто, не більше 70% використовуваного металу перетворюється в готову продукцію, а решта 30% - в відходи.

Утилізація металевих відходів відбувається за двома принципово різними методами: з переплавом їх і без переплавки. З огляду на це все металеві відходи машинобудівного виробництва доцільно розділити на відходи, які можна використовувати для виготовлення виробів основного виробництва або товарів народного споживання на цьому або іншому підприємстві. Такі відходи прийнято називати діловими відходами, що представляють собою шматки сортового і листового прокату певних розмірів. Іншу групу відходів представлятимуть відходи, що використовуються в сталеплавильному і ливарному виробництвах машинобудівного підприємства, тобто, металобрухт, стружка, літники, прибутку, відходи інструментального господарства та ін.

З точки зору зменшення забруднень навколишнього середовища, енергоємності та трудомісткості, метод утилізації металевих відходів без переплавки більш раціональний і економічно вигідний, так як відносна вартість виготовленої з них продукції в кілька разів перевищує вартість зданого в такому ж обсязі металобрухту на переплавку.

Особливо високу ефективність від утилізації можна досягти в тому випадку, якщо організувати попереднє сортування металовідходів за категоріями (а ще краще з профільюючих в них компонентів) і переробку їх безпосередньо в місцях освіти,

Зм	Лри	МО	Піппи	Лат		128

тобто, на машинобудівному заводі. У машинобудівному виробництві шляхи використання в способи застосування металевих відходів можуть бути самими різними. Наприклад, з відпрацьованих ножівкових полотен можна виготовляти різці, що дозволяють різати нетовсті металеві прутки на заготовки з мінімальної кількістю відходів. Аналогічне становище досягається і в разі використання зношених кінцевих фрез, а також протяжок, з яких можна (з одного протягання) виготовити не менше десяти фрез для обробки шпонкових і інших пазів. Оригінальним є засіб утилізації металевих пилок з використанням їх магнітних властивостей: притягаючи до магніту, пилки утворюють на полюсах пухкі нарости, і якщо замкнути ці нарости між полюсами магніту і помістити в їхнє середовище швидкообертаюча деталь, то кожна крупинка металу буде виступати тут як своєрідний мікрорізець. Процес зовні мало відрізняється від хонинговання абразивними брусками, але забезпечує (завдяки безлічі мікрорізців) високу продуктивність і високий клас чистоти поверхні. Крім цього, тут відпадає необхідність в застосуванні абразивів або паст, а пристрій для відсосу пилу, що утворюється забезпечує чистоту повітря в робочій зоні.

Однак основним шляхом сьогодні все ж таки є переробка металевих відходів з переплавом, так як освіта металобрухту в основній своїй масі йде в наслідку зносу машин і механізмів, металоконструкцій і інструментів, різних транспортних засобів і відходів металообробки. Використання такого металобрухту без переплавки практично неможливо. Однак громіздкі металеві відходи можна переплавити тільки після приведення їх в транспортабельний стан і розділ на шматки певних розмірів, що дозволяють здійснити вільне завантаження в металургійні агрегати. Підготовка металобрухту до переплавки є досить складний технологічний процес, що включає в собі в залежності від виду відходів і необхідного ступеня обробки наступні операції:

сортування; механічна, плазмова і газова різання; пресування; дроблення; пакетування; розмелювання; дроблення вибухом і застосування криогенної технології. Щоб виконати перераховані операції, застосовують відповідне обладнання та установки: алігаторні і гідравлічні ножиці, плазморізи і газорези,

пакетувальні преси, гідравлічні преси, спеціальні копри, дробарки, вибухові ями і інші пристрої.

Оскільки до якості виплавленого металу, і особливо хімічним його складу, вимоги зростають, а надходять в якості металобрухту зношені машини і агрегати складаються з багатьох найменувань металів і неметалічних матеріалів, питання їх розділення та сортування ускладнюється (наприклад, трансформатори, кабелі, транспортні засоби, щити управління і т. п.).

В основу вирішення питання були покладені фізичні та хімічні властивості металів і неметалів при охолодженні їх до низьких температур (від -50 до -100 ° C). На цій основі і створюється сучасна кріогенна технологія переробки важкого за складом металобрухту. Суть її полягає в тому, що в спеціальну камеру або піч великих розмірів поміщають багатокомпонентний за складом і громіздкий металобрухт (автомобіль, катер і ін.) З подальшим охолодженням рідким азотом цієї герметизованої камери до наднизьких температур. При такій температурі охолодження неметалеві матеріали втрачають свою еластичність, разом з металами стають крихкими, легко дробляться на дрібні шматочки при ударі. Поділ отриманого скрапу здійснюється за допомогою просіювання, флотації, магнітної сепарації і т.п.

Кріогенна технологія в питанні якісної підготовки плавної шахти найбільш перспективна, хоча і дорога в даний час.

Особливе місце в утилізації твердих металевих відходів машинобудівного виробництва займає переробка металевої стружки. Особливість ця полягає в тому, що вона в залежності від механічних властивостей оброблюваного металу може бути різного виду - надлому, сколювання і зливна. У процесі освіти вона контактувала з різними по хімічному складу мастильно-охолоджуючими рідинами і якийсь час в гарячому стані з атмосферним киснем. Все це надає певний вплив на технологію її переробки.

Технологічний процес утилізації стружки в першу чергу повинен передбачати операцію її поділу і збору за групами металів і виду. Це забезпечує можливість її подальшого використання для отримання доброякісної шихти без додаткової

Зм.	Лри	МО	Лри	Пі	Лри	130

сепарації. Стружка надлому і сколювання із зони різання може віддалятися за допомогою емульсії по нахильних жолобах до відстійника, а звідти елеватором для обробки, сушіння та подальшої переробки. Зливну стружку необхідно з робочого місця прибирати в спеціальні контейнери або направити по похилих жолобах на спеціальний підпільний скребковий конвеєр, прокладений у верстатів уздовж всього цеху, до місця її централізованого збору і переробки.

Первинне дроблення зливний стружки здійснюється безпосередньо після її утворення спеціальними стружколомами або за рахунок особливого заточування різців. Однак утворюються віткообразні шматки не дозволяють підвищити насипну її масу більше 0,40 ... 0,60 т / м³. Переплавлення такої стружки економічно не вигідно через великий відсоток чаду і збільшення тривалості плавки. Використовуючи спеціальні стружкодовбарки для вторинного дроблення зливний стружки з подальшим її брикетуванням, можна значно поліпшити економічні показники переплавки металобрухту. На якість переплавленого металу великий вплив робить наявність у вихідній шихті різних домішок і підвищений (більше 3%) вміст вологи. Щоб привести ці показники в норму, тобто у відповідність з стандартом, стружка зазвичай піддається знежиренню шляхом центрифугування, мийці з наступним просушуванням або пічному нагріву до 600 ... 700 ° С і брикетування, що забезпечує густину брикетам не менше 4000 кг / м³.

Сам процес брикетування, тобто у стружки під впливом певних механічних навантажень, може бути холодним і гарячим. Гідність холодного брикетування - відносно висока продуктивність, можливість механізації і автоматизації процесу, низькі енерговитрати і невеликі виробничі площини. Стружка після дроблення в холодному стані надходить в дозатор спеціального брикет-пресу, здійснюваного попереднє ущільнення стружки і остаточне стиснення її в брикет.

Значним недоліком холодного брикетування є наявність в брикетах великої кількості (до 20%) ЗОР, емульсій і т. п., що не дає змоги їх використовувати для виробництва сталі в конверторах і електричних печах. Цей недолік холодного брикетування - головна перевага методу гарячого брикетування стружки, при якому остання перед пресуванням нагрівається до 600 ... 700 ° С. Мета нагріву - видалення

Зм.	Дир.	М.О. Дир.	Підпр.	Лат.		131

з стружки ЗОР і залишків вологи, підвищення міцності брикетів і доведення їх щільності до 5500 ... 6000 кг / м³.

Переплавлення стружки - порівняно дорогий метод утилізації металу. З огляду на це, а також низькосортність одержуваного сплаву, вченими був запропонований метод гарячого штампування деталей безпосередньо з стружки. Процес технологічно нескладний, так як складається з операції нагріву подрібненої стружки до температури 1000 ... 1200 ° С і наступного пресування гарячого металу в закритих штампах. Виготовлення за цією технологією деталі відрізняються високою щільністю, міцністю і зазвичай не вимагають подальшої механічної обробки. Подальше вдосконалення процесу переробки стружки тиском призвело до створення нового наукового і практичного спрямування-порошкової технології, яка в багатьох випадках може виключити процес лиття деталей на машинобудівних заводах. Технологічним процесом передбачаються операції поділу, знежирення і сушка стружки; помел її в середовищі етилового спирту в кульових або вибромліні до певної міри; змішування отриманого порошку з розчином синтетичного каучуку в бензині в наступним пресуванням на пресі масою до 500 т.

Висновки

На даний момент великими кроками розвивається промисловість в Україні. Щороку будується та закривається велика кількість підприємств. Але не зважаючи на це, питання зварювання постає на всіх підприємствах, які працюють з металевими виробами. Більшість з них користуються послугами підрядників, а ті, хто самостійно користується зварюванням, використовують механічні процеси позиціонування та зварювання заготовок. Але тенденція у сучасному світі така, що без розвитку цього процесу, кількість підприємств, які закриваються щороку, буде більше, ніж кількість нових підприємств і це призведе до вимирання цієї галузі промисловості в Україні. Тому потрібно звернутися до іноземних аналогів. І в

Зм	Лри	Мо	Підпис	Лат		132

даному випадку ми брали до уваги німецькі аналоги та досліджували їх загальну ефективність, та чи доцільно їх використовувати на наших заводах.

Після проведення дослідів, можна зробити наступні висновки, що початковий обсяг порожнини циліндра залежить від конструктивних особливостей приводу і впливає на час переміщення значно менше, ніж жорсткість пружини. По друге ми зробили висновок, що відносна жорсткість пружини починає чинити значний вплив на час для навантаження для прямого ходу поршня. Залежність часу зворотнього ходу від навантаження показує, що чим менше жорсткість пружини, тим більше різниця в часі переміщення поршня від зміни навантаження. І також було досліджено вплив на періоди робочого циклу приводу різних факторів, що суттєво змінюють динамічні характеристики пневматичного циліндра двосторонньої дії (швидкодію і точність позиціонування) Результати розрахунків показують, що при прийнятому схемному рішенні роботи приводу, плавність гальмування зберігається практично на всьому діапазоні.

Після повного аналізу було виявлено, що використання пневматичних циліндрів значно ефективніше, ніж використання тільки механічних методів позиціонування. Швидкість позиціонування загалом зростає, точність позиціонування також збільшується.

Також після отриманих даних дослідів, мною було модернізовано існуючий зварювальний верстат, де всі можливі етапи позиціонування та фіксації заготовки були модернізовані за допомогою використання пневматичних циліндрів. Також, провівши економічні розрахунки даного стартап-проекту, мною було встановлено, що цей метод не тільки буде якісно впливати на технічні характеристики виробу, а ще є більш вигідним з економічної точки зору. Тому, я абсолютно впевнений, що якщо на наших виробництвах будуть послідовно впроваджувати пневматичні методи позиціонування та фіксації заготовок, то наприкінці це призведе до економічного росту будь-яких підприємств, де буде використовуватися пневматичне обладнання.

Список використаної літератури:

1. Водилов А.В., Черкашин В.П. Анализ шероховатости обрабатываемой поверхности при фрезеровании концевой фрезой с равной стойкостью боковых и торцовых режущих лезвий // Современная техника и технология. 2013. № 12. Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2013/12/2719>.
2. Грановский Г.И., Грановский В.Г. Резание металлов.- М: Машиностроение. 1969.-288с.
3. Башаров Р.Р., Кудояров Р.Г. Исследование процесса фрезерования концевой фрезой при высоких частотах вращения шпинделя станка//Вестник УГАТУ, Т.16,№4 (49), с.71-77.
4. Справочник технолога- машиностроителя: в 2 Т./под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Д.К. Мещерякова, А.Г. Сулова.5-е изд., перераб. и доп. М: Машиностроение, 2001.
5. Корниевич М.А., Фельдштейн П.И. Теория резания. Учебник для вузов. Изд. 2-е, испр., доп., серия; Техническое образование. Новое издание.2007.512 с.
6. Режимы резания металлов. Под ред. А.Д. Корчемкина, Ю.В.Бороновского, Л.А. Брахман, А.И. Гдалевич. М.: НИИТавтопром.1955. 456 с.
7. Фесто: Програма поставок: Каталог. – ДП «Фесто». 2000.
8. Еропова, Е. В. Параметричні дослідження вакуумного захватного модуля / Є. В.
9. Еропова, С. Н. Сисоев // Актуальні проблеми машинобудування: Матер. І Міжнар. науч-техн. конф. - Володимир, 2001.-С. 224-226.
10. Компоненти пневмоавтоматики: Каталог. – СПб: ООО «ЕМСІ Пневмоавтоматик» 2002. – 800с.
11. Косів, Н. П. Технологічна оснастка: питання і відповіді: навчальний посібник для вузів / Н. П. Косів, А. Н. Ісаєв, А. Г. Схиртладзе .- Москва: Машинобудування, 2005 .-303 с . -ISBN 5-217-03242-1.
12. Корендясев, А. І. Теоретичні основи робототехніки: [монографія] / А. І.

13. Корендясев, Б. Л. Саламандра, Л. І. Тивес; Російська академія наук; Інститут машинобудування імені О. О. Благонравова; під ред. С. М. Каплунова .- Москва: Наука, 2006. - 383 с - ISBN 5-02- 033952-0.

15 Корендясев, А. І. митників роботи / А. І. Корендясев, Б. Л. Саламандра, Л. І. Тивес. // Винахідник і раціоналізатор. - 1985. - №11. - С. 6-8.

16. Кривицький, А.А. Промислові роботи агрегатно-модульної конст рукції, технологічні комплекси і їх застосування / А. А. Корендясівши, Ю.В. Мальков, Б.І. Ватолин // Ковальсько-штампове виробництво. - 1984. -№1. - С. 14-19.

17. Кіл, В.І. Основи наукового дослідження / В.І. Кіл, І.М. Глуш ко, В.В. Попов , під ред. В.І. Крутова. - Москва: вищ. шк., 1989. - 400 с.

18. Реклама компании ISAR (Израиль) «Кукуруза» на участке механической обработки» // Рубрика «Статьи на обложке журнала Оборудование и инструмент для профессионалов».- 2014.-№2.

19. Патент на полезную модель №125502 В23С5 Концевая фреза повышенной стойкости. Авторы: Черкашин В.П., Водилов А.В. Опубликовано 10.03.2013, бюлл. №7

20. Патент на полезную модель №153802 В23С5 Комбинированная концевая фреза повышенной стойкости. Авторы: Черкашин В.П., Водилов А.В. Опубликовано 10.08.2015, бюлл. №22.

21. Попов, Дмитро Миколайович. Механіка гідро- і пневмоприводів: навчальний посібник / Д. М. Попов .- Москва: Вид-во МГТУ ім. Н. Е. Баумана, 2001 .- 320 с - ISBN 5-7038-1371-9.

22. Ашимов А. А. Ведення в теорію систем автоматичного управління з змінною конфігурацією / А. А. Ашимов, С. П. Соколова. - Алмати. : Галама, 1993.- 278 с.

23. Капустін, Н. М. Комплексна автоматизація в машинобудуванні: підручник для вузів / Н. М. Капустін, П. М. Кузнецов, Н. П. Дьяконова; під ред. Н. М. Капустіна.- М.: Академія, 2005 .- 365 с.- ISBN 5-7695-2216-X.

24. Наукові основи автоматизації складання машин / під ред. М. П. НовиковаМ .: - Машинобудування, 1976. - 472 с.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дат		135

25. Основи автоматизації машинобудівного виробництва: підручник для вузів / під ред. Ю.М. Соломенцева .- 3-е изд., Стер .- М.: Вища школа, 2001 .- 312 с-ISBN 5-06-003598-0.

26. Монтаж засобів вимірювань і автоматизації: довідник / К. А. Алексеев; під ред. А.С. Ключєва .- 3-е изд., Перероб. і доп .- М.: Энерго-Атомиздат, 1988 .- 488 с-ISBN 5-283-01480-0.

27. Шандров, Б. В .. Автоматизація виробництва (металообробка): підручник для початкової професійної освіти / Б. В. Шандров, А.А. Шапарін, А. Д. Чудаков .- М.: Академія, 2004 .- 255 с. ISBN 5-7695-1753-0.

28. Шаумян, Г. А. Комплексна автоматизація виробничих процесів/ Г. А. Шаумян .- М.: Машинобудування, 1973 .- 639 с.

29. Воронов, А. А. Основи теорії автоматичного регулювання та керування: навчальний посібник для вузів за фахом "Автоматизовані системи управління" / А. А. Воронов, В. К. Титов, Б. Н. Новогранов .- Москва: Вища школа , 1977 .- 519 с.

30. Воротніков, С. А. Інформаційні пристрої робототехнічних систем: навчальний посібник для вузів / С. А. Воротніков .- Москва: Московський державний технічний університет імені Н. Е. Баумана (МДТУ), 2005 .- 383 с-ISBN 5 7038-2207-6.

31. Виноградов, Б. С. Прикладна газова динаміка / Б. С. Виноградов. - М.: Універс. Дружби Народів ім. П. Лумумби, 1976. - 348 с.

32. Вульфсон, І.І. Динамічні розрахунки циклових механізмів / І. І. Вульфсон. - М.: Машинобудування, 1976. - 328 с.

33. Динаміка машин і управління машинами .// Під ред. Г.В.Крейніна. М.: Машинобудування, 1988.

34. Герц Є.В., Крейнін Г.В. Динаміка пневматичних приводів машин-автоматів. М.: Машинобудування. 1964. 234с.

35. Герц Е. В. і Крейнін Г. В. Розрахунок поршневого пневматичного пристрою двостороннього дії. Праці Інституту машинознавства.

36. Семінар з теорії машин і механізмів. Вип. 80. М., Изд. АН СРСР, 1980.

37. Герц Є. В. та К | Рейнін Г. В. Теорія і расчет силових пневматичних пристроїв. М., Изд. АН СРСР, 1982.
38. Герц Є. В. та .Крейнін Г. В. Розрахунок пневматичних виконавчих механізмів. Зб.«Нове в пневмо-гідравтоматиці». Вид. АН СРСР, 1972.36. Федорец В.А., Педченко М.Н.Гидроприводы и гидропневмоавтоматика станков. К.: Вища школа, 1987. – 375.
39. Герц Е.В. Динамика пневматических систем машин. – М.: Машиностроение, 1985. – 256 с.
40. Сысоев, А.В. Какотов, И.Л. Приведенец // Станки и инструмент. - 2007. - №1 1. - С. 16 - 20.ISBN 0869-7566
41. Корендясев, А. И. Теоретические основы робототехники : [монография] / А. И.
42. Корендясев, Б. Л. Саламандра, Л. И. Тывес ; Российская академия наук; Институт машиностроения имени А. А. Благонравова; под ред. С. М. Каплунова .— Москва : Наука, 2006. - 383 е.— ISBN 5-02-033952-0.
43. Еропова, Е. В. Параметрические исследования вакуумного захватного модуля / Е.В. Еропова, С. Н. Сысоев // Актуальные проблемы машиностроения: Матер. I Междунар.науч-техн. конф. - Владимир, 2001.-С. 224-226.
44. Приведенец // Проблемы исследования и проектирования машин. : сб. ст. II Междунар. научн.-техн. конф. - Пенза, 2006. - С. 131 - 133.
45. Сысоев, С.Н. Принципы и методы нахождения технических решений. Метод исследования функционально-физических связей : моногр. / С. Н. Сысоев; Владим. гос. ун-т- Владимир : Изд-во Владим. гос. ун-та, 2007. -214с. - ISBN 5-89368-775-2.